

4. LES ESTRATÈGIES I DIRECTRIUS AMBIENTALS.

4.0. Introducció.	114
4.1. El marc territorial des d'una perspectiva ambiental.	115
4.2. Una proposta global d'integració ambiental.	120
4.2.1 El sistema de gestió integral de l'escorrentia pluvial.	122
4.2.2. Característiques bàsiques de la zona humida.	127
4.2.3. Control de l'impacte acústic.	128
4.2.4. Consideracions sobre el moviment de terres.	129
4.2.5. Mobilitat.	130
4.3. Eficiència energètica.	131
4.3.1. Sistema de generació calor i fred.	131
4.3.1.1 Estratègia adoptada pel Prat Nord.	132
4.3.1.2 Elements bàsics dels sistemes centralitzats de climatització.	133
4.3.1.3 Predimensionament del sistema de climatització.	134
4.3.2. Mesures passives per millorar el microclima i reduir el consum d'energia.	138
4.3.3. Tractament de la pell de la urbanització: paviments i cobertes dels edificis.	142
4.4. Conclusió: estratègies i directrius ambientals.	144

4.0. INTRODUCCIÓ

El projecte Prat Nord és una oportunitat de repensar la forma de fer ciutat a una escala prou important com per introduir reflexions que sols són possibles quan les dimensions del projecte són de tanta envergadura.

Es tracta d'una escala de projecte on és viable replantejar preguntes i estratègies fonamentals en la configuració del que ha de ser una ciutat ecològica, una ecociutat. Es pot replantejar com ha de ser un carrer, com fer possible que l'arbrat urbà sigui compatible amb la funcionalitat urbana i que també pugui interactuar amb la pròpia fesomia tridimensional de l'espai construït. Els arbres poden modificar el clima urbà, però també poden entendre la superfície pavimentada com un potent sistema de recollida d'aigua. Els escocells s'han d'integrar en una estructura de carrer on l'espai pel desenvolupament de les arrels es configura com a tal, sense cap risc de fricció amb les xarxes de serveis. Els carrers, amb ombra vegetal han de ser espais que convidin a passejar. Els materials que constitueixen la pell de la ciutat han de tenir un comportament tèrmic coherent amb la necessitat de reflectir i dispersar el calor associat a una radiació solar intensa. Uns espais públics atractius han de generar una barreja d'usos que apropi els usos residencials amb els laborals i d'oci, de forma que es redueixi la demanda de mobilitat obligada. Els edificis s'han de dissenyar incorporant les noves tecnologies orientades a l'ecoeficiència; i també els dissenys i estratègies que provenen de

l'adaptació tradicional al clima mediterrani. Cercant l'equilibri entre la llum solar i la necessitat d'estalviar en refrigeració. I incorporant la tecnologia més avançada en el disseny de sistemes eficients de climatització.

Tanmateix Prat Nord també ha d'optimitzar el diàleg amb el seu marc territorial, amb una anàlisi interescalar, que contempli la realitat metropolitana i les singularitats i reptes que comporta una localització en un delta i junt la llera del riu que ha creat aquest territori. L'escala metropolitana demanda un transport col·lectiu de gran capacitat i, per això, l'arribada de la línia 9 del metro s'anticipa a la pròpia execució del projecte. Els itineraris per passejada i bicicleta configuren una autèntica xarxa viària de baixa velocitat que s'interconnecta amb els itineraris ja existents i que posen en valor els espais naturals del riu i del delta.

El disseny del parc, un element central del projecte, es recolza completament en una lectura que cerca optimitzar el potencial de la fertilitat dels sòls de la plana deltaica i la proximitat del nivell freàtic. El bosc de ribera torna així al seu hàbitat potencial però amb una nova funció de configurar un espai públic i ajudar a evitar l'efecte de bombolla tèrmica urbana.

I tot això amb l'objectiu d'anar més enllà de les declaracions de principis per intentar formular propostes concretes, accessibles i econòmicament viables.

4.1. EL MARC TERRITORIAL DES D'UNA PERSPECTIVA AMBIENTAL.

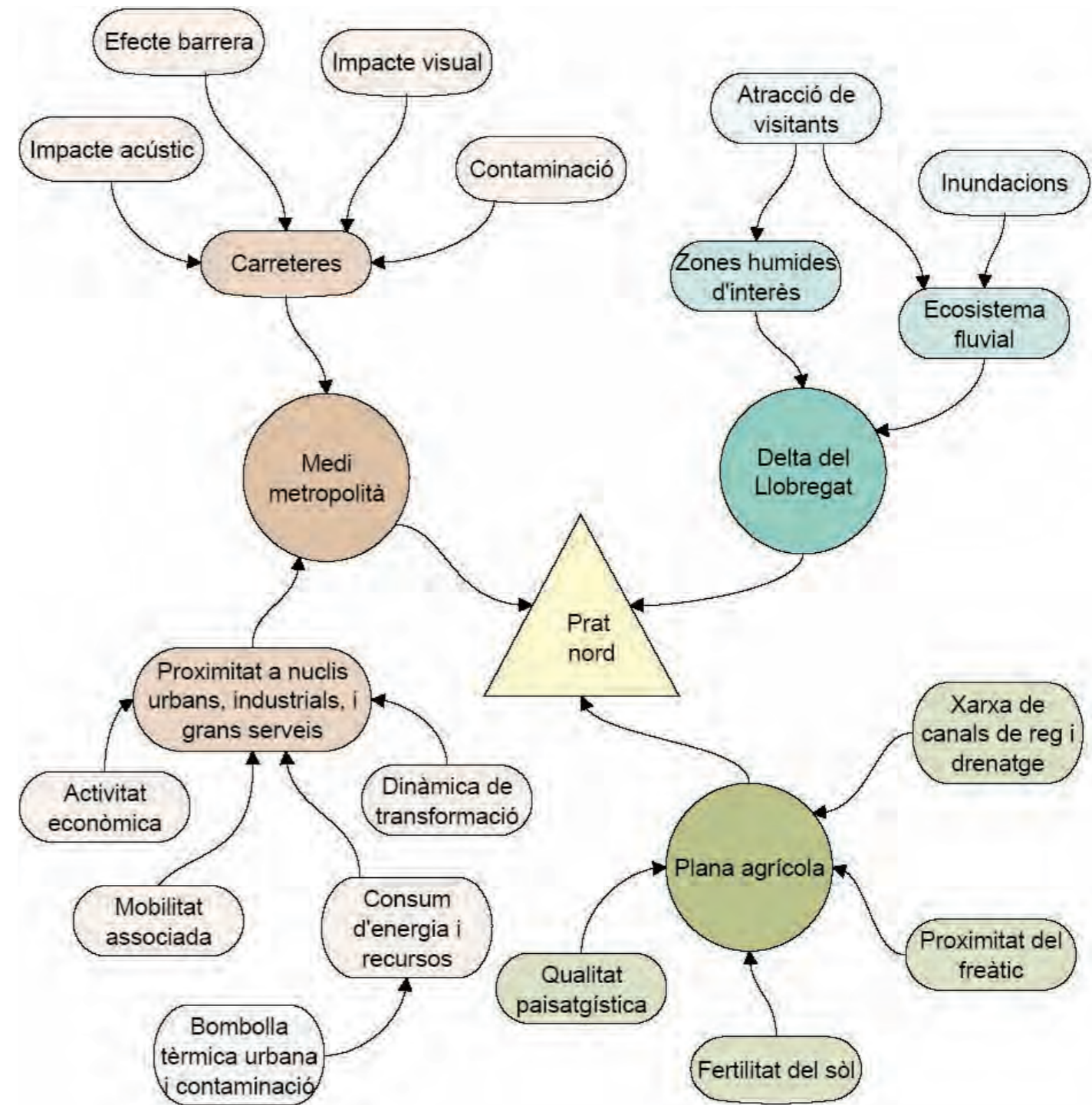
A l'aproximació convencional d'intentar entendre el marc territorial on es projecta la intervenció cal afegir, en aquest cas, el fet de l'escala, de la gran dimensió del projecte: 163 ha. S'intenta així modular un projecte en funció d'una lectura atenta dels paràmetres del territori.

Les escales del marc territorial són diverses i, de vegades, molt amples. Cal contemplar els 4.948 Km² de superfície de la conca del Llobregat per conèixer la dinàmica de les crescudes del riu; i cal un estudi a nivell de microtopografia per comprendre la geometria de la dispersió del soroll als eixos viaris que encerclen l'àmbit de projecte. En termes d'encaix territorial, els factors es podrien sintetitzar a la imatge del costat.

Tres són els factors que es superposen en aquest territori:

- La localització a prop del riu, amb una forta personalitat paisatgística i, alhora, amb el risc que comporten les avingudes del riu.
- La situació de vora metropolitana, amb la continuïtat amb el nucli urbà del Prat de Llobregat, i el contacte amb zones industrials i de serveis, part de les quals són ja derelictes i es troben en procés de transformació. Aquesta realitat metropolitana comporta també el pas de grans infraestructures lineals amb els seus efectes col·laterals d'efecte barrera i de soroll.
- La tradició agrícola de la plana deltaica que aprofita la fertilitat del sòl i la disponibilitat d'aigua, gestionada amb un ric sistema de canals d'irrigació i drenatge.

La interacció entre aquests factors i amb el projecte crea una xarxa de relacions, tant pel que fa al marc territorial com pel que fa a la forma amb què el projecte respon a aquests factors.



Esquema dels tres factors que es superposen en el territori.

La relació amb l'ecosistema deltaic i el riu mostra sinèrgies i conflictes. Les zones humides tenen un gran interès ecològic i fins i tot cultural (són molt visitades per aficionats a la natura, passejants i escoles). Són un ecosistema valuós i escàs que, tanmateix, es caracteritza per la seva capacitat de recuperació ràpida enfront les pertorbacions. I fins i tot es poden construir. No es pot reproduir un bosc centenari per la senzilla raó que caldria esperar massa temps; tanmateix es pot crear una zona humida rica i diversa en pocs anys gràcies a què la vegetació helofítica (amb arrels submergides però amb la part vegetativa per sobre de la làmina d'aigua) com és el cas del canyís o la boga es desenvolupa a gran velocitat. L'àmbit de projecte té una zona humida d'1,3 Ha. que es va formar com a conseqüència de l'acció humana.



Detall topogràfic

El desenvolupament del projecte comportarà la desaparició d'aquesta zona humida que es compensarà amb la construcció d'una altra nova, amb unes característiques i dimensions sensiblement millors.

Al límit nord-est del sector, a la vora nord de la C-32 hi ha una altra bassa de la mateixa dimensió, denominada Bassa del Regomir, que va ser construïda com a mesura ambiental associada a la construcció d'aquesta autovia.

Un altre aspecte rellevant és la proximitat al riu Llobregat; proximitat que cal entendre com oportunitat de connexió amb un conjunt d'operacions de revitalització ambiental i paisatgística del riu i també com la realitat del veïnatge amb un riu amb un llarg historial d'avingudes catastròfiques que, afortunadament, resta limitat per una mota de protecció.



Bassa del Regomir

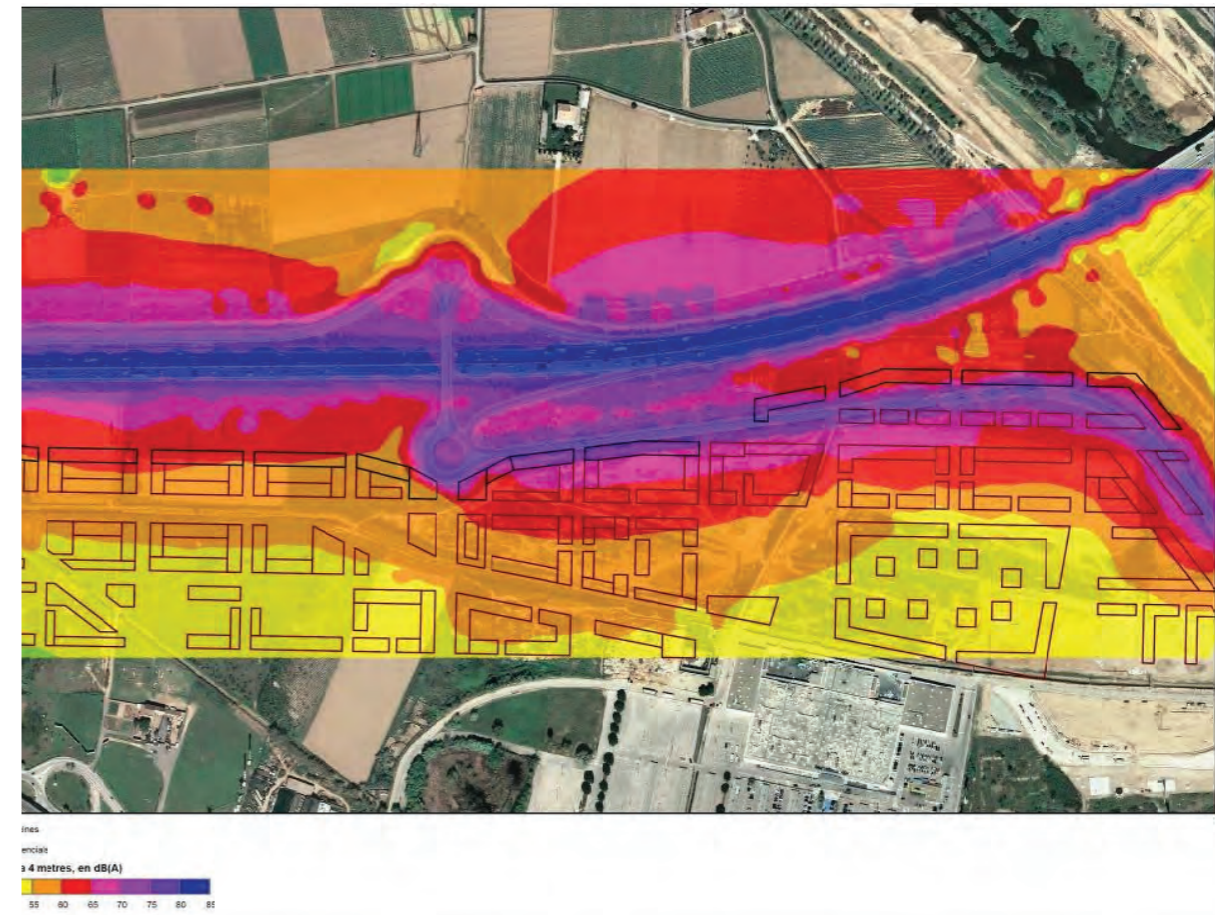
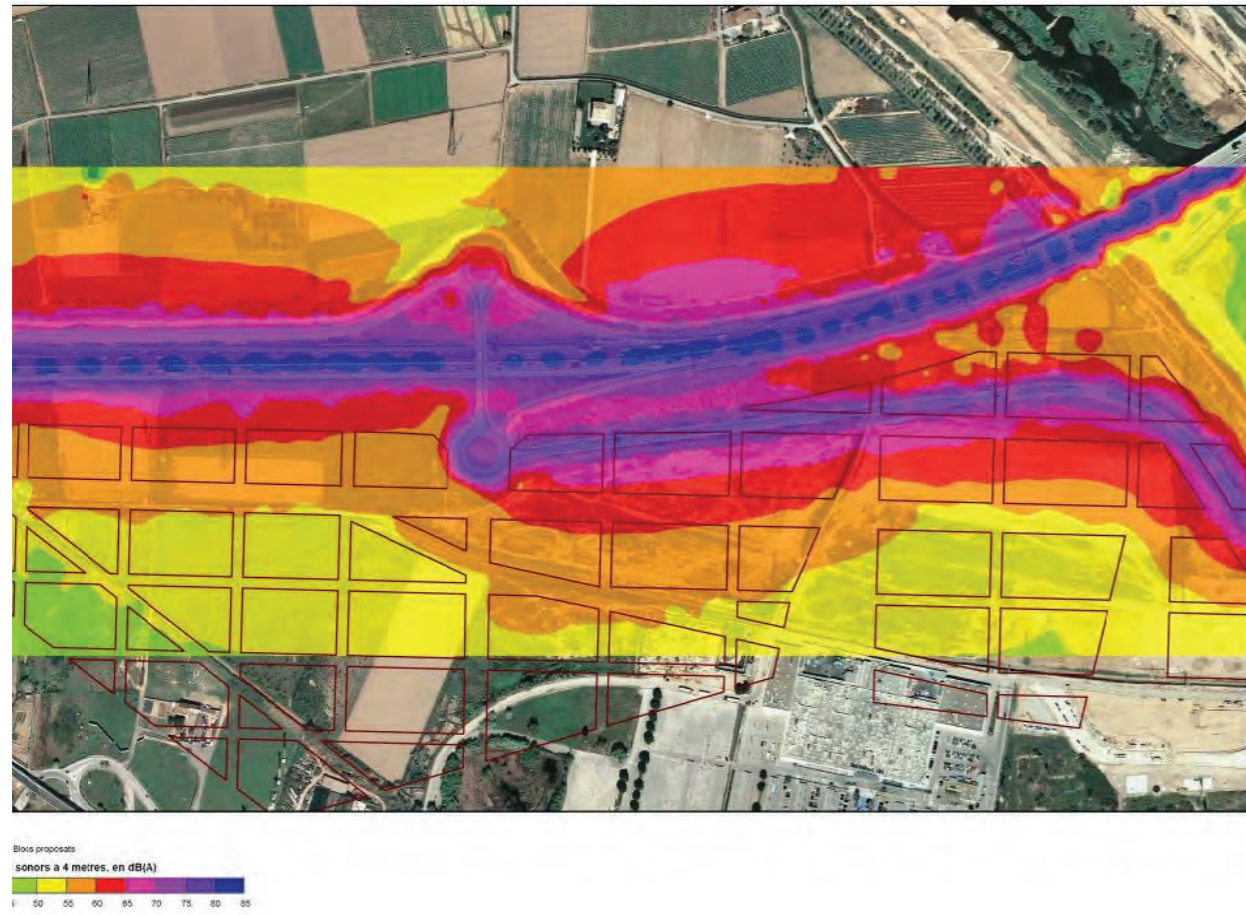
Finalment cal fer esment de la realitat agrícola que ha aprofitat la fertilitat dels sòls de la plana deltaica, la proximitat al nivell freàtic i la presència d'una complexa xarxa d'irrigació amb canals de reg que es deriven del canal de la dreta del Llobregat que es complementa amb una xarxa de canals de drenatge.

La fertilitat del sòl, la necessitat de garantir un veïnatge positiu amb el paisatge agrícola, i la disponibilitat d'aigua tant per la proximitat del freàtic com pel sistema tradicional de reg, són factors que cal integrar des del primer moment en tot el procés de desenvolupament del projecte.

La relació amb les carreteres que encerclen completament l'àmbit de projecte (C-32, C-31, C-31c, C-32b) mereix una atenció especial pel que fa al soroll, en la mida que és un dels aspectes ambientals amb major incidència sobre la qualitat de vida a la futura ciutat i també un factor que es pot tractar en el procés de disseny de la ciutat, integrant al projecte els potencials ambientals i tecnològics.



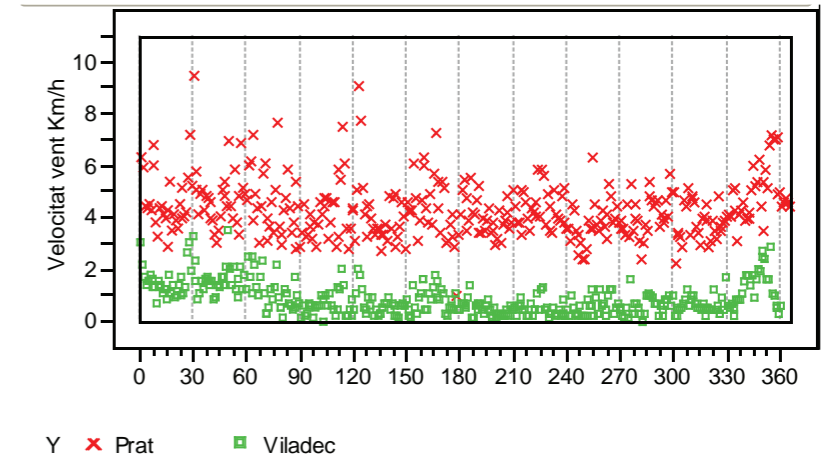
La fotografia mostra la bassa del Prat i s'assenyala la posició de l'observatori d'ocells que ha estat en servei fins fa ben poc.



Mapa acústic (4m alçària) per a les sonometries realitzades els dies 13 i 14 d'octubre de 2009, amb una intensitat de trànsit de 3.786 vehicles lleugers/h i 186 pesants/h. Per tal de proporcionar un mapa acústic de IMD promig, hem fet posteriorment una nova simulació amb les dades de la Direcció General de Carreteres, amb dades d'aforament de març de 2008 i que s'exposen a continuació:
 IMD: 103.345 7% pesants, 51,93% direcció sud i 48.07 direcció Barcelona. Els valors resultants són lleugerament superiors.

El clima és també un factor determinant, en la mesura que defineix les necessitats de calefacció-refrigeració i les necessitats de drenatge.

La proximitat al riu determina una humitat relativa elevada 72% i una major velocitat del vent. La llera del riu afavoreix una millor circulació dels vents, especialment les marinades a l'estiu. Aquest vent origina un descens dels valors màxims d'humitat relativa al pic de l'estiu i es converteix en un element a tenir en compte per tal d'optimitzar l'ecoeficiència de la nova ciutat.



Comparació entre els valors de mitjana diària de velocitat del vent de l'any 2006, per Viladecans i El Prat.

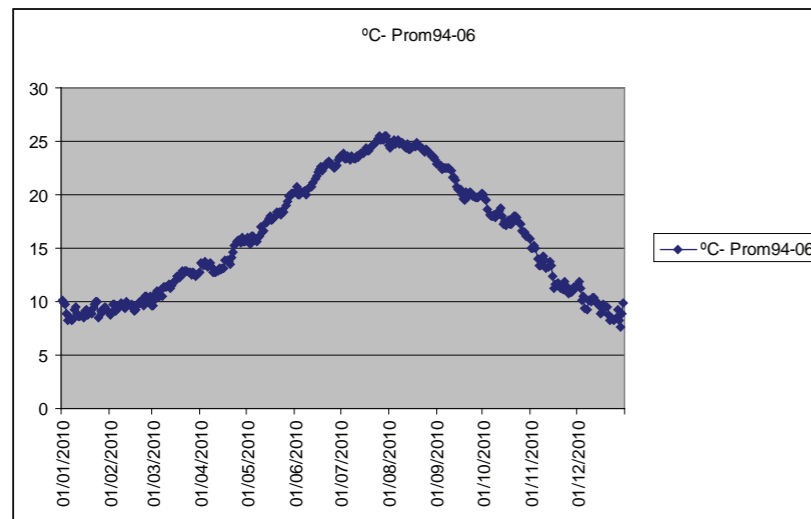
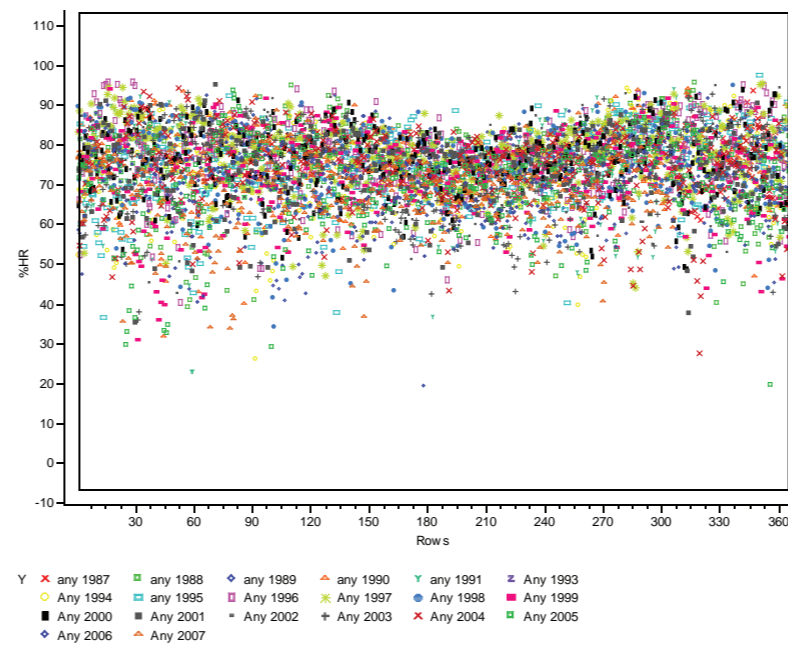
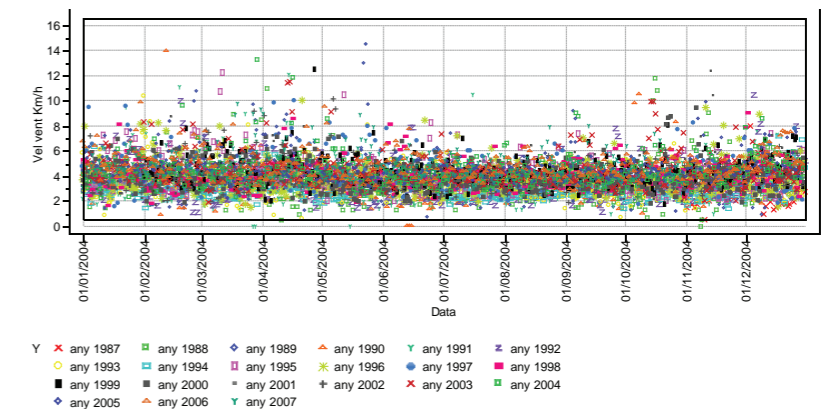


Diagrama de temperatures diàries promig, a l'estació de Viladecans pel període 1994-2006. La temperatura mitjana anual és de 16°C. La temperatura màxima promig entre el 15 de juliol i el 15 d'agost és de 31,8°C. És raonable considerar que la prioritat de climatització en aquest cas és la protecció enfront les temperatures elevades de l'estiu.

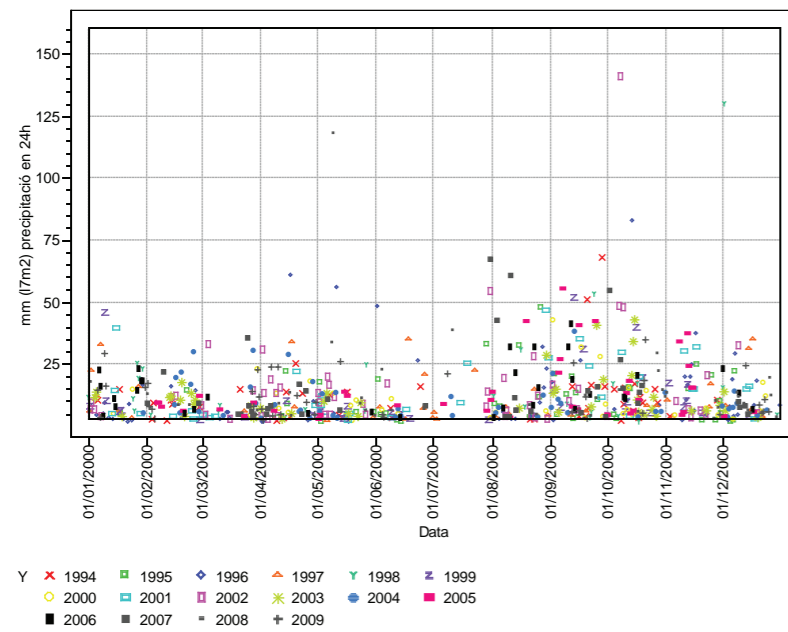


Dades d'humitat relativa diàries per l'estació meteorològica de l'Aeroport en el període 1-11-1987 i el 30-10-2007. Tot i que el núvol de punts és gran (20 per dia de l'any), es poden intuir tendències estacionals: un descens dels valors màxims al pic de l'estiu i una major freqüència de valors per sota del 40% entre febrer i març.



Valors diaris de velocitat mitjana del vent de l'estació de l'Aeroport en el mateix període de 20 anys (1-11-1987/30-10-2007). Novament la dispersió de punts (20 per dia) evidencia que hi ha un potencial de ventilació al pic de l'estiu (valors sobre els 4Km/h). Al pic de l'estiu, la velocitat del vent puja quan es formen les marinades.

Un altre factor climàtic a tenir en compte és el risc de precipitacions intenses. En el període 1994-2009 (16 anys) la precipitació màxima ha estat de 140 mm (9 d'octubre 2002). Tanmateix aquest període inclou dos episodis més de precipitacions superiors a 100mm i 15 amb més de 50 mm.



Valors diaris de Precipitació acumulada en 24h.
Estació Viladecans. Període 1994-2009.

4.2. UNA PROPOSTA GLOBAL D'INTEGRACIÓ AMBIENTAL.

L'estratègia d'integració ambiental del projecte passa necessàriament per una precisa adaptació als aspectes ambientals abans esmentats:

- Cal donar resposta a la necessitat d'evacuar aigua en situacions de pluges excepcionals.
- Cal aprofitar la fertilitat del sòl, la xarxa de canals d'irrigació i la poca fondària del freàtic.
- Cal donar resposta als elevats nivells sonors que generen les carreteres.
- Cal repensar la ciutat en un marc d'ecoeficiència.
- Cal generar nous usos i espais públics que actuïn com a punts d'atracció de públic i d'activitat econòmica.
- Cal propiciar la diversitat d'usos i apropar els habitatges als llocs de treball.

Donar resposta a aquests requeriments comporta així una xarxa funcional de relacions que vincula els aspectes ambientals amb les propostes, tal i com mostra l'esquema següent.

Les propostes que concreten aquesta integració ambiental es poden resumir en les següents:

- El disseny d'un sistema integral de gestió de l'escorrentia pluvial: una proposta que tracta la necessitat d'evacuar l'aigua de l'espai edificat com una oportunitat per complementar l'alimentació hídrica de l'arbrat urbà i del parc.
- El disseny d'un parc singular a escala metropolitana en la mida que serà l'únic amb una coberta d'arbres amb alçades superiors als 20 metres. Una fita possible quan les arrels es poden connectar al nivell freàtic. Es tracta d'un parc amb funcions netament urbanes però que també incorpora vessants agrícoles i pròpies dels ecosistemes del delta del Llobregat.

- La creació d'unes noves zones humides que superaran les 1,3ha de superfície i que, aprofitant el context de bosc de ribera, fins i tot intentaran propiciar la formació d'una colònia de cria d'esplugabous i martinets. Una bassa situada a la zona de topografia més baixa del parc actuarà com element central d'acumulació d'aigües d'escorrentia pluvial en cas de precipitacions extraordinàries. Es tracta així d'una peça central del sistema de gestió integral de l'escorrentia pluvial.
- El tractament cromàtic dels paviments amb major exposició a la radiació solar amb objecte d'augmentar l'albedo i reduir l'efecte de bombolla tèrmica urbana. Implantació d'arbrat viari en funció d'estudis d'insolació per tal de generar ombres sobre les superfícies asfaltades amb major exposició a la radiació solar. Concentració de les instal·lacions de serveis urbans als carrers per tal de crear zones lliures d'obertures de rases i crear així volums protegits per al desenvolupament de l'arbrat viari.
- Incorporar les mateixes tècniques de populicultura i d'aprofitament de les condicions hídriques i de fertilitat dels sòls per generar apantallaments arboris entorn la C-32 i la Pota sud. Implantar edificacions de major alçada i usos terciaris per tal que també actuïn com a pantalles acústiques respecte les edificacions residencials.
- Implantació de sistemes centralitzats de climatització i aplicació de criteris d'optimització de l'ecoeficiència a l'edificació.
- Racionalització dels fluxos de mobilitat. Es preveu inaugurar un sistema de transport de gran capacitat, la Línia 9 de metro. La data d'inauguració prevista és el 2012.
- Una gestió eficient dels moviments de terres.

4.2.1. EL SISTEMA DE GESTIÓ INTEGRAL DE L'ESCORRENTIA PLUVIAL

Les dades de pluviometria de l'estació meteorològica de Viladecans pel període 1994-2009 dona un promig de precipitació anual acumulada de 553 mm. Una pluja que, traslladada a la superfície del sector, dona un volum de 901.390m³, és a dir, l'equivalent al consum de 4,5 milions de persones en un dia!

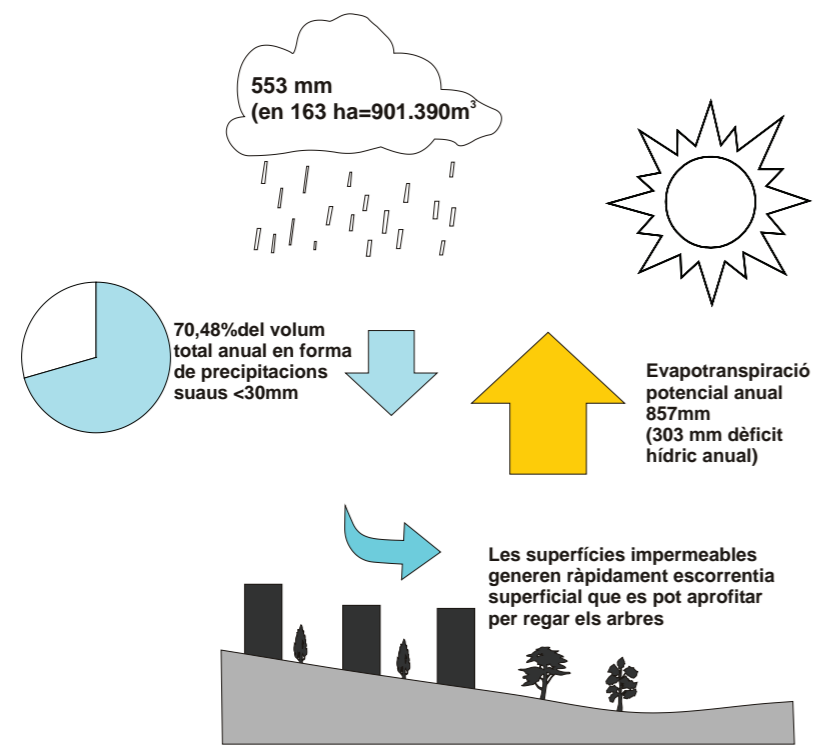
Part d'aquesta pluja cau en precipitacions molt intenses; tanmateix, el 70% d'aquest volum es recull en pluges d'una intensitat menor a 30 mm en 24h.

La demanda hídrica que es quantifica mitjançant el concepte d'evapotranspiració potencial ETo (evaporació+ el consum d'aigua d'una gespa de 12cm d'alçada i un albedo de 0,23) supera a la precipitació en un 55% (303 mm de dèficit hídric promig anual).

Si es considera una superfície prevista de 61,5 Ha. de superfície verda (arbres i gespes), resulta que es necessiten 230.625 m³ d'aportació d'aigua de reg (375*615.000). Una part molt important d'aquest volum es podria obtenir mitjançant l'aprofitament de l'escorrentia pluvial (rainwater harvesting).

Quan la pluja cau sobre superfícies impermeabilitzades, la capacitat d'infiltració és molt baixa i es genera ràpidament un cabal d'escorrentia superficial. Per calcular els volums d'escorrentia s'ha fet un càlcul sobre una previsió conservadora de la capacitat màxima d'infiltració i les previsions de precipitació per a diferents períodes de retorn.

El balanç hídric del sector es pot sintetitzar a la il·lustració següent:



Sintetització del balanç hídric a la zona d'estudi.

A continuació s'analitza el període de creixement dels arbres de fulla caduca (15 abril-15 octubre) de la forma següent: es calcula el dèficit hídric per cada dia del període 1994-2009 (ETo-precipitació) amb el condicionant de comptabilitzar únicament la pluja útil (es comptabilitzen les precipitacions entre 5 i 30mm. Si plou més de 30mm es compten solament 30; i es compta 0 si es tracta de pluja el dia després de recollir més de 30mm en considerar que el sòl està saturat d'aigua i no en pot rebre més.

- El resultat, per aquests 6 mesos de creixement vegetal, és el següent.
- Un promig de 14 dies amb pluja útil .
- 216 mm de pluja útil (entre 5 i 30mm).
- 332 mm de dèficit hídric promig si es comptabilitzen totes les pluges.
- 375 mm de dèficit hídric si es comptabilitzen únicament les pluges entre 5 i 30mm.

Les pluges previstes per a diferents períodes de retorn, calculades mitjançant l'aplicació MAXPLU, es mostren a continuació:

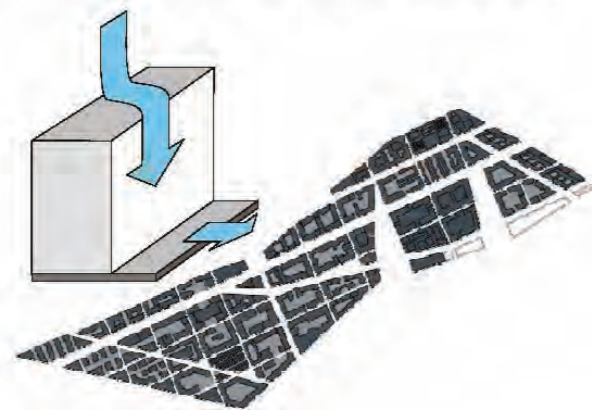
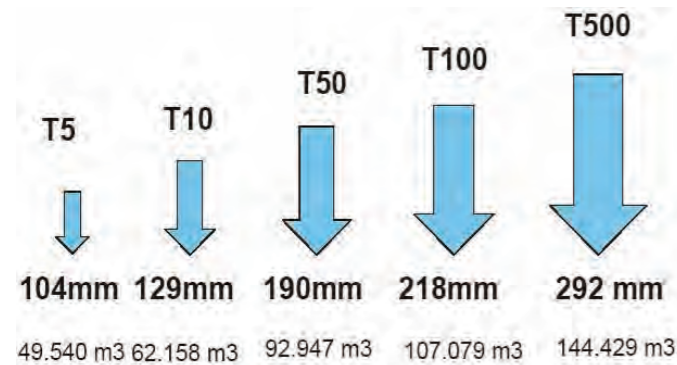
Pd (5)	Pd (10)	Pd (50)	Pd (100)	Pd (500)
104	129	190	218	292

Les capacitats màximes d'infiltració per a diferents superfícies es mostren a continuació:

Tipus superfície	Capacitat retenció (mm)
Carrers i superfícies pavimentades	2
Sostres edificacions	4
Interior manzanes	20

Si es consideren les zones a urbanitzar, exceptuant la Reserva Estratègica Metropolitana (REM), podem tenir una bona aproximació als volums retinguts a les diferents superfícies i als volums que sortiran per escorrentia (que cal evacuar al clavegueram o al riu o a basses de laminació).

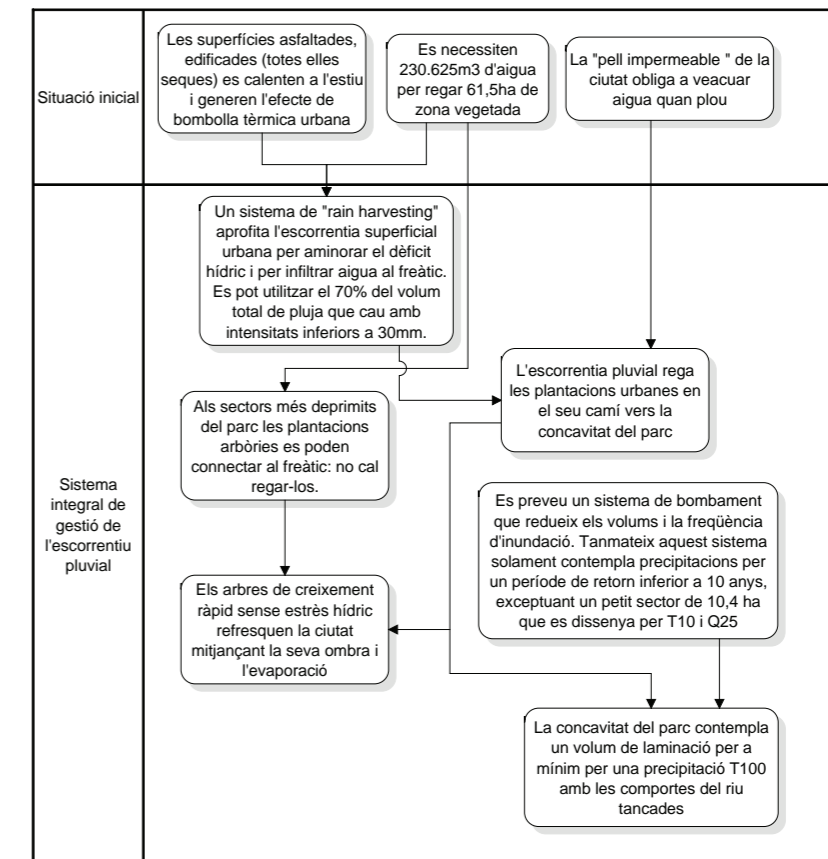
Tipus superfície	Max Vol infiltr	M3 escorrentu				
		T5	T10	T50	T100	T500
Carrers i superfícies pavimentades	490	25.003	31.131	46.084	52.948	71.087
Sostres edificacions	683	17.066	21.333	31.743	36.522	49.151
Interior manzanes	1.779	7.471	9.694	15.119	17.609	24.190
TOTAL	2.952	49.540	62.158	92.947	107.079	144.429



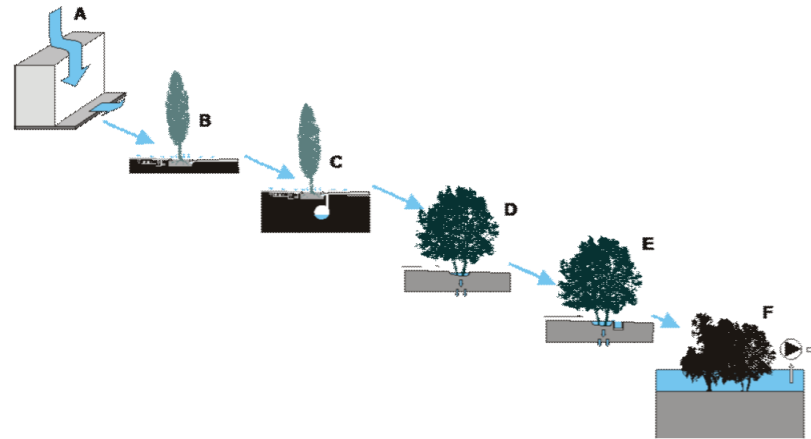
Apareixen així dos factors rellevants:

- Estius calorosos i efecte de bombolla tèrmica urbana.
- Pluges intenses que cal evacuar.
- Un dèficit hídric que equival al 55% del que plou en un any.

Tot això ha suscitat un exercici de transformar els problemes en oportunitats mitjançant la proposta de sistema de gestió integral de l'escorrentia pluvial.



Esquema del volum de laminació en funció del període de retorn dels episodis de pluja.



Esquema de funcionament del procés de tractament de l'aigua proposat pel Prat Nord.

A- Escorrentia pluvial sobre superfícies impermeabilitzades. Es recull aigua quan la pluja supera un llindar de 2 litres/m².

B- Plantacions en carrers amb tècnica de "Terra de Amsterdam". Consisteix en ampliar el volum aprofitable per les arrels amb sorra compactada amb un cert contingut en humus. Sobre aquest material sorrenc es poden construir paviments sense afectacions pel creixement de les arrels. Els escocells es dissenyarien per tal de rebre l'escorrentia sobre el carrer .

C- Quan la intensitat de precipitació supera la capacitat d'infiltració o quan la porositat del sòl està saturada, l'aigua es deriva per vessament fins als arbres del parc "alt".

D- "Parc alt". Plantacions en parc amb caràcter més "urbà". Es planten en canals de drenatge que es disposen de forma ortogonal al pendent (entorn un 2%) que intercepten l'escorrentia superficial. Aquests anals estan interconnectats entre ells i amb el sistema URH (Urban Rain Harvesting). Es verifica infiltració al freàtic en funció de la permeabilitat del sediment.

E- Quan la porositat es satura o el cabal d'entrada supera la capacitat d'infiltració, l'aigua circula pel canal fins a les superfícies inundables del parc.

F- Zones en depressió temporalment inundable. Són les zones de parc de major "naturalitat". Les arrels dels arbres es poden connectar al nivell freàtic, de manera que es garanteix absència de estrès hídric i condicions òptimes pel creixement. No hi ha limitació d'alimentació hídrica dels arbres en la mida que es connecten al freàtic.

Una idea del potencial que té la superfície impermeabilitzada de la ciutat per recollir aigua útil la pot proporcionar el càlcul de l'escorrentiu superficial "Q" sobre l'asfalt. A l'asfalt se'l pot assignar un llindar escorrentiu P₀ de 2mm (a partir de 2mm, l'aigua ja no infiltra i passa a ser escorrentiu o pluja neta).

El cabal de Q es calcula mitjançant la fórmula següent:

$$Q = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4P_0}$$

Així, si es considera una precipitació P de tan sols 6 mm, tenim un valor de Q de 1,143 mm/m². Aquest valor, aparentment petit, s'ha de multiplicar per la superfície total. Una sola hectàrea proporcionaria 10m³.

Si es té en compte que la tecnologia de sistemes de separació dels possibles contaminants (especialment hidrocarburs) avança ràpidament, tindrem idea del potencial del sistema URH (Urban Rain Harvesting).

La vegetació arbòria té un fort potencial d'atenuar l'efecte de bombolla tèrmica urbana pels processos següents:

- Ombra generada quan la capçada intercepta la radiació solar.
- Efecte refrescant quan l'energia de la radiació solar s'inverteix en l'evaporació d'aigua a les fulles.
- En moltes ocasions, l'estructura tridimensional que generen edificis i carrers dificulta la sortida a l'exterior per reflexió de la radiació incident. És l'efecte de "congost urbà" (Urban Canyon) que fa que certes formes de rugositat funcionin com una superfície que absorbeix la radiació però que no la reflecteix i augmenta l'efecte de bombolla tèrmica urbana. En aquestes ocasions, un sistema continu de capçades dels arbres, redueix la profunditat dels "congostos urbans" i redueix l'efecte de bombolla tèrmica urbana.



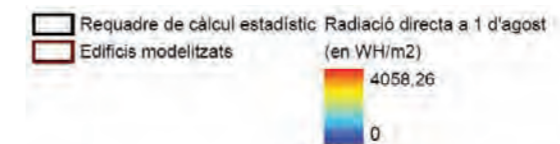
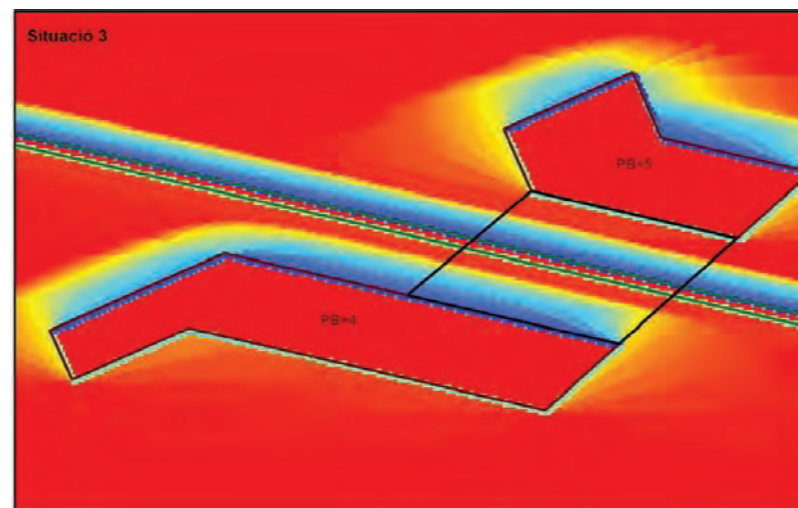
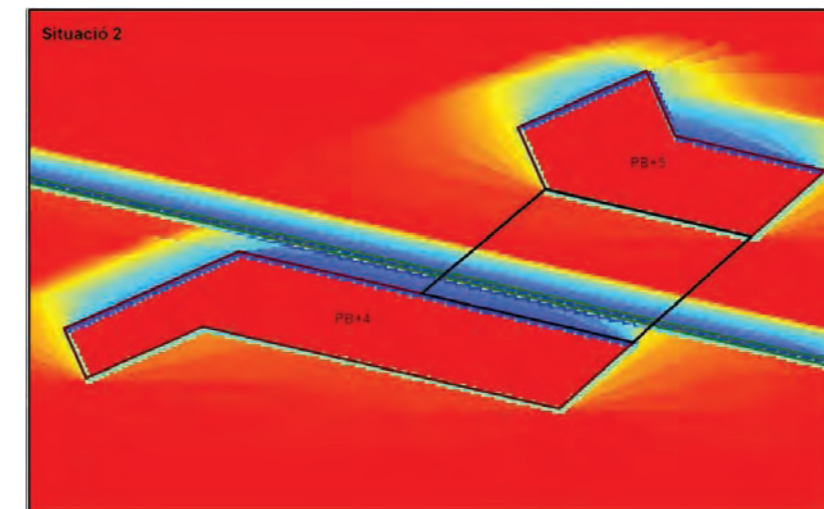
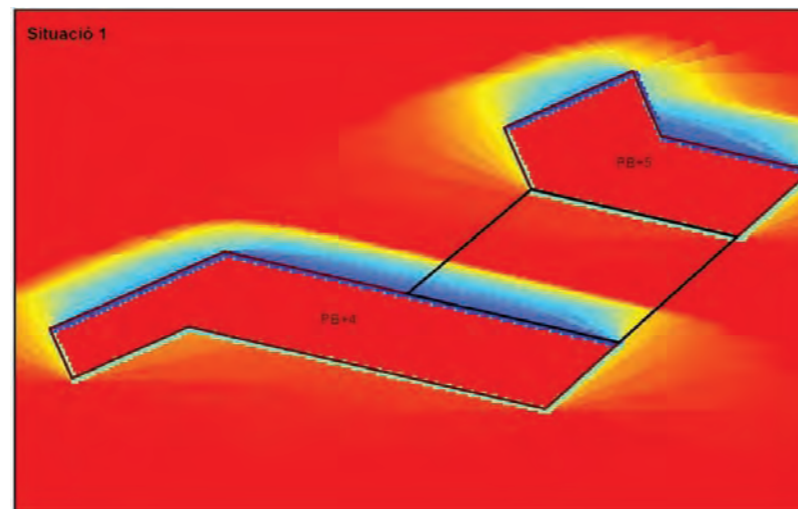
Incidència de l'arbrat sobre la radiació solar al paviment.

Els arbres, particularment els d'estructura columnar i alçada superior als 10 m (major eficiència en la intercepció de la radiació solar) tenen un important efecte de reducció de l'efecte de bombolla tèrmica urbana gràcies a l'acció combinada de l'ombra que genera la capçada i a l'efecte refrescant de la transpiració. L'aigua en evaporar-se extreu l'excès de calor de les fulles.

La disposició d'aquesta forma de vegetació als carrers pot comportar reduccions de fins un 30% de la radiació solar directa. Es mostren diferents situacions per al dia 1 d'agost a l'àmbit Prat Nord:



Localització de les edificacions estudiades per l'incidència de la radiació solar.



Resultats dels càlculs estadístics:

	Situació 1	Situació 2	Situació 3
Total de radiació directa	11.733.800 WH/m ²	9.787.740 WH/m ²	8.229.350 WH/m ²
Reducció	-	-17 %	-30 %

Resultats de l'estudi d'impacte de la radiació solar sobre el paviment i les façanes.

ASPECTES AMBIENTALS DEL PARC.

El parc té vessants urbanes, agrícoles i naturals:

- Les funcions urbanes:
 - És un lloc d'oci a escala municipal i metropolitana.
 - És l'espai de frontissa i de trobada de la nova ciutat.
 - És el regulador central del sistema de gestió integral del sistema hídric de la nova ciutat.
 - És un element de regulació climàtica en refrescar l'aire que el travessa.
- Les funcions agrícoles:
 - Incorpora tècniques agrícoles tant en la seva construcció com en la seva gestió.
 - Aprofita la xarxa de canals d'irrigació.
 - Aprofita la fertilitat dels sòls agrícoles de la plana deltaica i la proximitat del nivell freàtic.
- Les funcions naturals:
 - Genera un nou hàbitat assimilable a l'arbreda de ribera; un fet rellevant en les proximitats del riu.

- Proveeix de noves zones humides naturals amb el fet diferencial de l'entorn forestal. Una illa enmig del llac podria incloure una colònia de cria d'ardèids (esplugabous i martinets).
- Té la funcionalitat de connector ecològic entre la zona humida de la C-32, el riu i l'apantallament arbori de les carreteres.

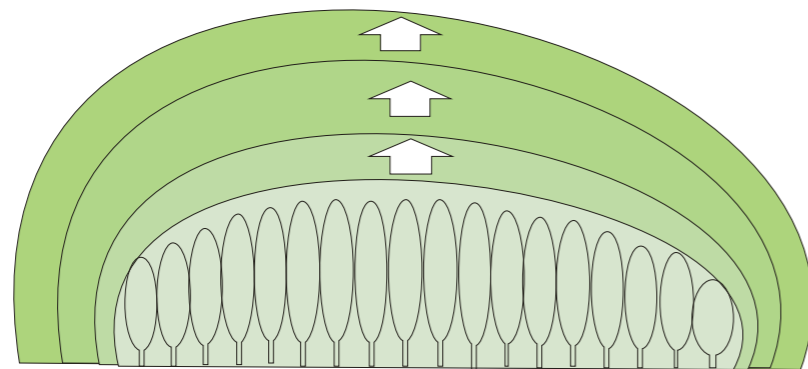
Una característica rellevant és que la baixa profunditat del nivell piezomètric permet que les arrels dels arbres es mantinguin connectades al nivell freàtic. D'aquesta forma es genera un entorn on no hi ha limitació d'alimentació hídrica als mesos d'estiu. En aquestes condicions, espècies com el plàtan (*Platanus hispanica*), l'àlber (*Populus alba*) o el pollancre (*Populus nigra*), poden assolir alçàries superiors als 15 metres en 5 anys, i superar els 30 en 15 anys.

A aquest efecte cal afegir el que es verifica quan les branques de diferents arbres s'entrecruen i formen una capçada única. Es crea així un ambient físic que atenua encara més l'estrès hídric i potencia el creixement ràpid i homogeni del dosel forestal.

El procés de creixement col·lectiu genera els condicionants bàsics de l'estructura:

- Gradients de densitats de fulles de la zona perifèrica a l'interior.
- Gradients d'intensitat lumínica, humitat relativa i velocitat del vent.

D'aquesta forma, en un ambient físic on almenys part del brancam de cada arbre s'intercala amb el brancam dels arbres propers, la velocitat del vent disminueix, juntament amb el requeriment hídric: l'estructura col·lectiva és més eficient en l'ús de l'aigua i en l'atenuació de la temperatura a l'estiu.



La plantació forestal del parc forma ràpidament una capçada comú que evoluciona com si fos una única estructura.



Representació del creixement de l'arbreda de ribera amb les diferents densitats de fulles.



Una mateixa espècie dona resultats de desenvolupament molt diferents en funció de la qualitat del sòl i de la connexió al nivell freàtic o a una font constant d'alimentació hídrica. Per tant, la tècnica d'implantació és decisiva. Les fotos mostren una plantació de pollancre a Massanet i a l'àmbit de projecte.

4.2.2. CARACTERÍSTIQUES BÀSIQUES DE LA ZONA HUMIDA

La zona humida prevista té tres aspectes fonamentals:

- Restitueix la desaparició d'una zona humida de dimensions menors.
- Estaria vorejada de bosc de ribera i encerclaria una illa amb vegetació arbòria. Aquesta és la condició necessària per l'establiment de dormiders d'esplugabous i martinets blancs (a la foto) i, fins i tot, la formació de colònies de reproducció. Quan els ocells perceben que la illa és un espai sense accés dels visitants o dels predadors domèstics, poden permetre la presència d'observadors humans a distàncies inferiors a 30 metres. Per exemple, al jardí zoològic de Barcelona hi ha una important colònia de reproducció amb ocells en llibertat.



Vista aèria en infrarojos de l'actual Bassa del Prat,



Les zones humides com a hàbitat d'ocells

4.2.3. CONTROL DE L'IMPACTE ACÚSTIC

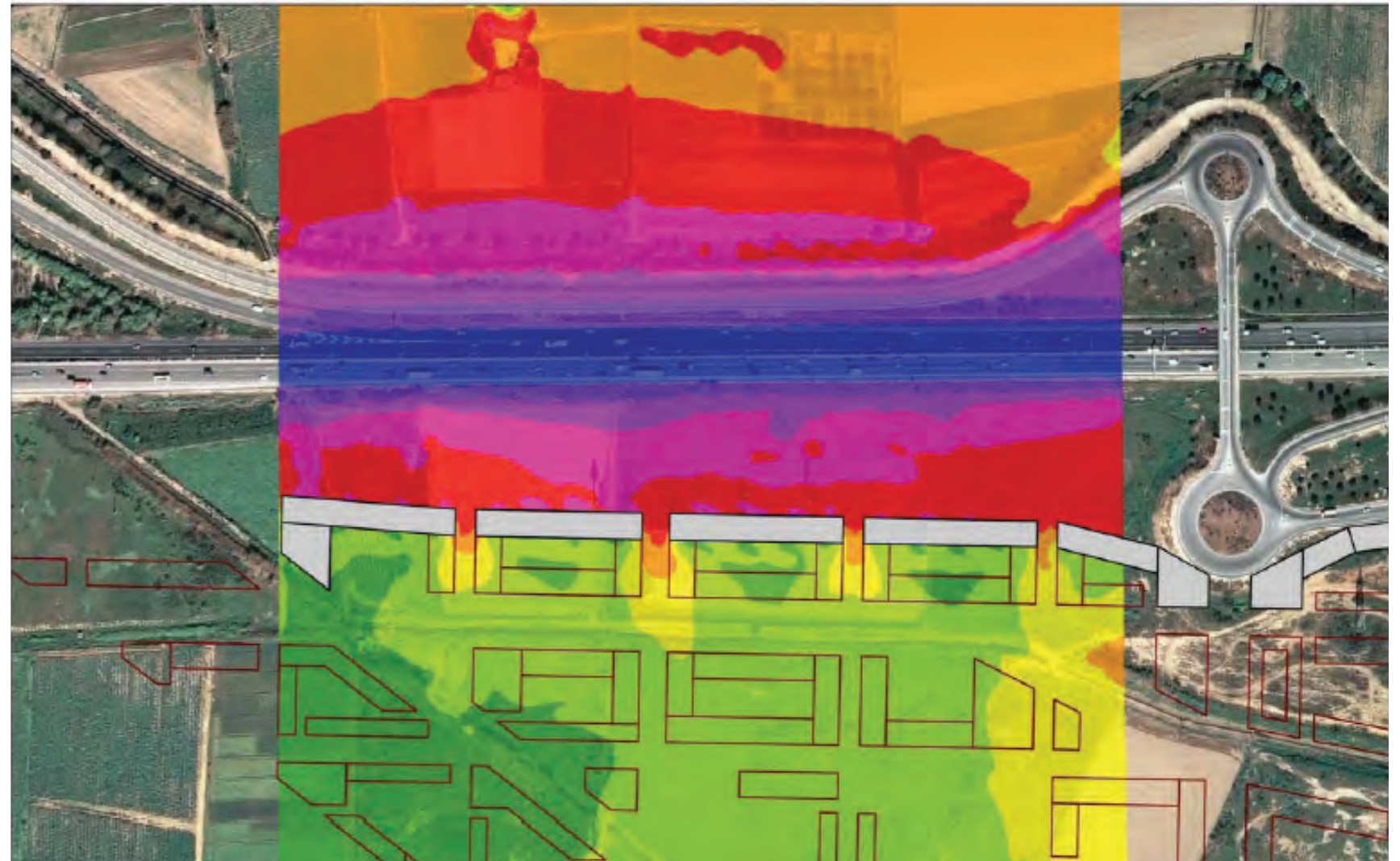
Especialment important a les vies que no es soterrren.

Destaca especialment la C-32. La seva topografia relativament més enlairada que el sector a urbanitzar dificulta l'apantallament, especialment si les edificacions tenen una alçada rellevant.

Es proposa un apantallament convencional (pantalla acústica al límit de la via) i una pantalla arbòria (apantallament visual que comporta una forta disminució psicològica del soroll quan els vehicles desapareixen del camp de visió).

Es presenta un mapa de soroll per 4 metres d'alçada per una pantalla acústica convencional de 2,5 m d'alçada. A la façana de les edificacions el nivell sonor passa de 62 dBa a 55,7 dBa. L'apantallament arbori podria contribuir a la reducció d'un dBa. Tot i que el nivell sonor a 4 metres és acceptable, cal recordar que en el cas d'edificacions elevades els nivells sonors poden augmentar considerablement a les plantes superiors.

La primera línia d'edificacions, en cas que es destinin a activitats no residencials, es pot considerar també com una eficient pantalla acústica.



Impacte acústic de la C-32.



4.2.4. CONSIDERACIONS SOBRE EL MOVIMENT DE TERRES

El Llobregat ha variat el traçat de la seva llera a mida que configurava la plana deltaica. El sector del projecte té una elevada probabilitat d'intersecar una o més lleres fossilitzades. Això suposa una heterogeneïtat potencial de la naturalesa dels materials sedimentaris molt elevada; especialment quan es tracta d'antigues motes fluvials.

Per tant, caldrà un tractament acurat dels moviments de terres en funció de la seva granulometria:

- Control dels moviments de materials fins (llims i argiles) amb objecte d'evitar l'emissió de partícules de diàmetre inferior a 10 micres a l'atmosfera.
- Aprofitament de tots els materials de granulometries de sorra i graves. Han de millorar el medi edàfic de plantació de la vegetació arbòria (necessiten sòls sorrencs i molt especialment quan es fan plantacions d'estaques en profunditat amb l'objecte de connectar les arrels amb el nivell freàtic) i els sistemes de drenatge i infiltració.

La capa de terra vegetal dels conreus s'aprofita com a medi de plantació. Amb l'objecte de millorar la seva fertilitat es proposa utilitzar la tècnica d'adob verd que consisteix en fer una darrera plantació amb userda (una planta d'arrels profundes i que incorpora nitrogen al sòl). Prèviament a l'extracció de la capa de terra vegetal es procedeix a incorporar la userda al sòl mitjançant una llaurada en profunditat. Posteriorment es deixa mineralitzar la matèria vegetal incorporada (1-2 mesos) i finalment es procedeix a generar abassegaments controlats de terra vegetal.

El volum del moviment de terres hauria de ser com a mínim el suficient com per excavar una concavitat al parc amb un volum d'embassament potencial equivalent a l'escorrentia generada per una precipitació de període de retorn de 100 anys (aproximadament 110.000m³).

El balanç final del moviment de terres hauria de ser 0. És a dir, els terraplenats haurien de compensar el volum de terres excavat al parc.

4.2.5. MOBILITAT

L'objectiu de la mobilitat sostenible s'ha d'abordar necessàriament des de perspectives complementàries: el disseny de vehicles més eficients, més fàcils de desballestar i reciclar; però també a través del planejament urbanístic, de la forma de repensar la ciutat.

El disseny de les seccions dels carrers on els escocells es dissenyen com a volums "lliures d'obres i d'obertures de rases" pel manteniment dels serveis (aigua, electricitat, fibra òptica,...); la implantació d'arbres que participen del cicle hídric urbà; el concepte de ciutat densa i de mixticitat d'usos (aprofant centres laborals i residencials) són algunes de les estratègies per avançar vers el model de mobilitat sostenible.

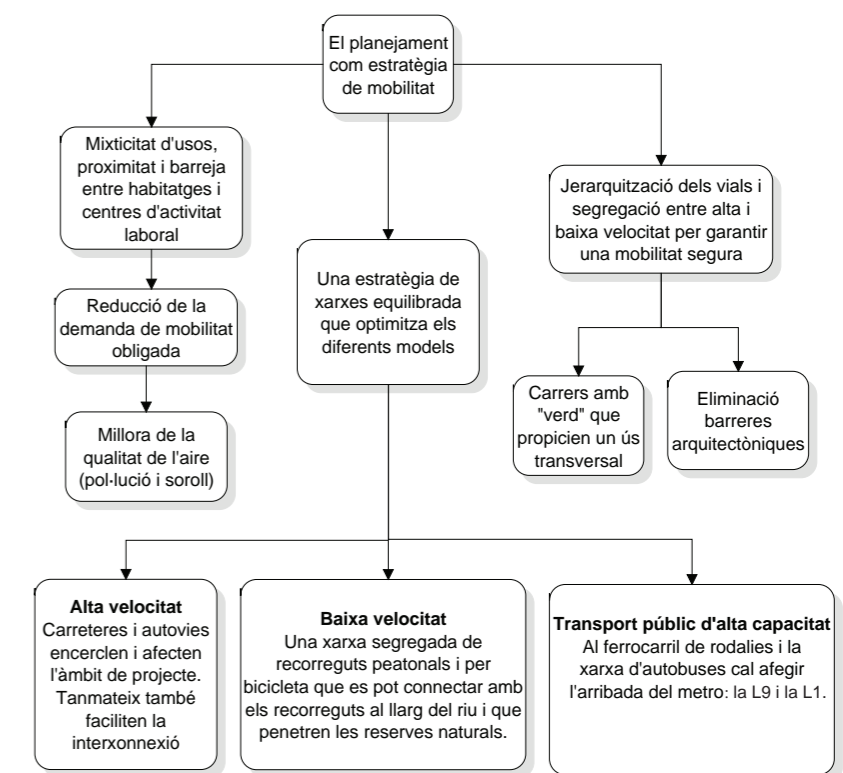
El Pla bàsic d'infraestructures viàries forma part d'una estratègia més ampla per dissenyar una estratègia de xarxes intermodal i equilibrada, que optimitza les diferents formes de mobilitat, que identifica xarxes d'alta i baixa velocitat, on els carrers complementen la seva funció de transport longitudinal amb un ús social transversal, amb carrers que conviden a passejar.

L'entorn metropolità motiva l'aparició d'un sistema de transport públic d'alta capacitat com és la L9, amb previsió de dues parades (una al sector Seda-Estació i l'altre al costat del centre comercial que es projecta en l'Eixample Prat Nord. A més, en la REM es preveu una parada de la L1 del metro.

La situació de perifèria fluvial propicia una xarxa de mobilitat de baixa velocitat on els recorreguts peatonals i de bicicleta, i després d'articular-se entorn del parc, es connecten amb els recorreguts que segueixen la llera del riu i que s'estenen fins els espais naturals deltaics.

I, per descomptat, la forta presència dels eixos viaris que encerclen completament l'àmbit de projecte són, a més de reptes d'integració ambiental, oportunitats d'una interconnexió eficient per carretera.

El planejament contribueix així a una reducció de la demanda de mobilitat obligada, optimitza i equilibra les diferents modalitats i intenta propiciar una millor qualitat de vida, amb menys soroll i pol·lució, amb menys temps esmerçat en els recorreguts de l'habitatge al lloc de treball o d'oci i més temps per dedicar a la cohesió social en una ciutat compacta i ecoeficient.



Esquema que sintetitza la funció del planejament urbanístic com instrument de mobilitat sostenible.

4.3. EFICIÈNCIA ENERGÈTICA.

4.3.1. SISTEMA DE GENERACIÓ CALOR I FRED

La finalitat principal dels sistemes centralitzats de climatització és oferir un servei de climatització (fred i calor) als ocupants dels diferents edificis de la zona proveïda per una xarxa (empreses, residents, escoles o altres equipaments, administració pública...) en unes condicions més favorables respecte a les que presenten les instal·lacions individuals. Aquests sistemes produeixen energia tèrmica, en forma d'aigua calenta i aigua freda, en unes instal·lacions centralitzades - centrals de producció-, i la distribueixen fins als usuaris mitjançant una xarxa específica.

A diferència de la ciutat construïda, els sistemes centralitzats de climatització tenen una implantació molt més fàcil en noves urbanitzacions, condició que es dona al Prat Nord. Per tal que un sistema centralitzat sigui econòmicament competitiu, ha d'utilitzar alguna font d'energia barata (energia de fonts renovables, energia residual de processos industrials o de generació d'electricitat) o un procés d'alta eficiència energètica.

La centralització dels sistemes de generació de calor i fred permet:

- Incrementar l'eficiència energètica i l'ús de tecnologies d'elevada rendibilitat en el cas de disposar d'una mínima massa crítica de demanda d'energia.
- Minimitzar l'ús d'espai per a instal·lacions tècniques.
- Externalitzar la gestió. Una gestió unificada permet, en general, optimitzar els processos, i per tant els costos.
- Reduir els costos globals (compra de combustible o energia, manteniment i inversió).
- Facilitar l'ús de fonts renovables.
- Reduir les emissions atmosfèriques.

Amb aquest servei s'incrementa la qualitat de l'entorn urbà, es millora l'eficiència energètica i es disminueix l'impacte medioambiental relacionat amb l'ús d'energia. Pel client, la part atractiva del servei de climatització es troba en l'externalització d'una activitat aliena a les seves activitats usuals i l'alliberació d'espais habitualment usats per a les instal·lacions, i tot això a un cost competitiu.

Aquest tipus de xarxes són cada cop més habituals a Europa, encara que a Espanya no són molt freqüents. No obstant això, a l'àmbit metropolità de Barcelona existeixen o estan en construcció diverses xarxes d'aquest tipus: Fòrum, 22@, Port-Zona Franca A Barcelona, Centre Direccional A Cerdanyola, Tub Verd a Mataró, entre altres.

4.3.1.1. ESTRATÈGIA ADOPTADA PEL PRAT NORD

Inicialment, es plantegen dues zones amb xarxes independents: Eixample Prat Nord i la Reserva Estratègica Metropolitana. Aquesta estratègia admet el desenvolupament independent de cada una de les xarxes d'acord amb el ritme de creixement de les dues àrees urbanes. En un inici es considera que no té sentit creuar el parc del Prat Nord amb aquest sistema. Tanmateix, quan els sistemes es consolidin sempre hi ha la possibilitat d'interconnectar-los per donar més robustesa i flexibilitat al conjunt de les dues xarxes.

Per altra banda, pel que fa als usos, com a concepte genèric es proposa proveir els usos residencials amb calefacció a partir del sistema centralitzat (xarxa de 2 tubs) i, proveir els usos terciaris i equipaments amb aire condicionat (calefacció i refredament) a partir del sistema centralitzat (xarxa de 4 tubs).

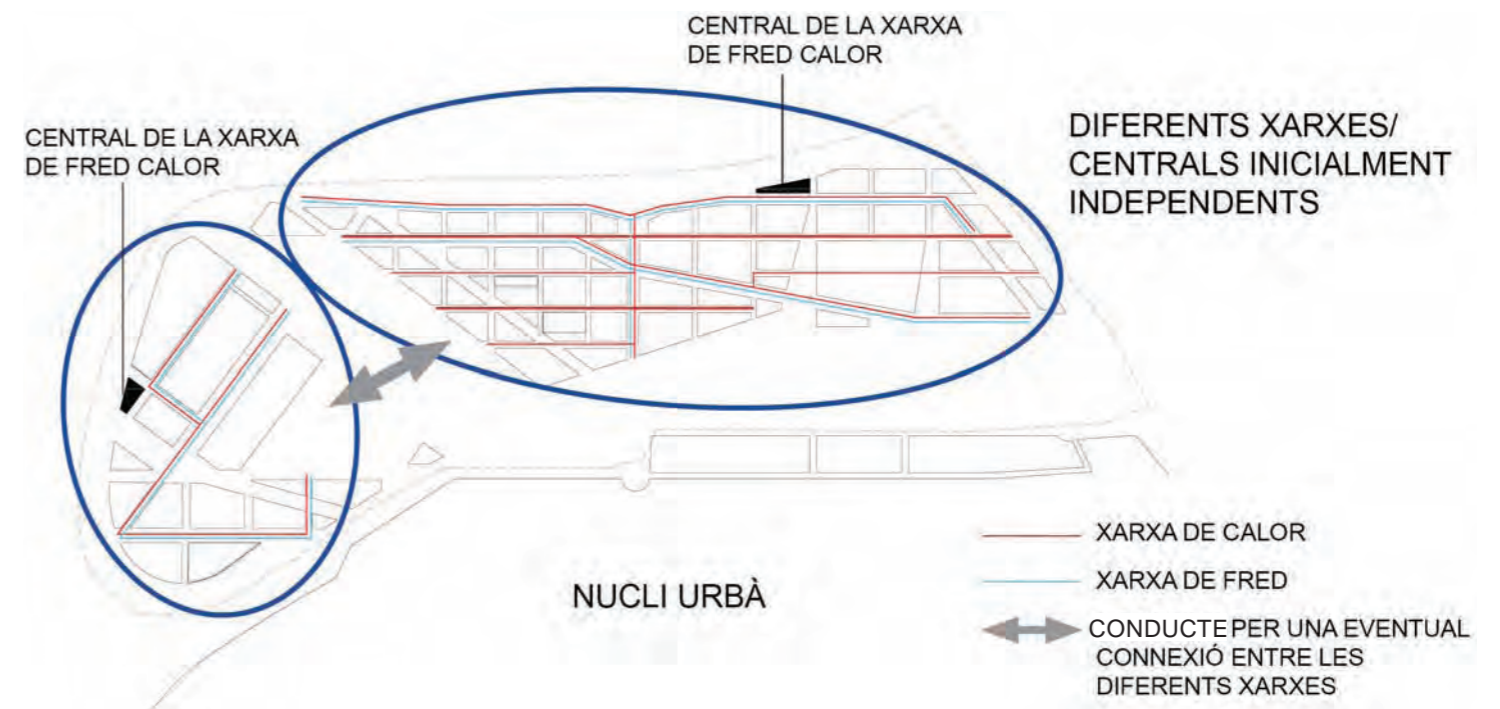
Partint d'aquesta idea, a la zona Eixample Prat Nord, la xarxa de calefacció cobreix tot el barri, mentre la xarxa de fred cobreix només els eixos amb usos terciaris i grans equipaments. Aquesta xarxa s'abasteix d'una central de trigeneració d'alta eficiència que genera calor i fred per la demanda base. La demanda punta de fred se supleix amb refredadores de compressió. El gas canalitzat és el combustible principal en aquest cas, per tant la central ha d'estar connectada a la xarxa de gas a alta pressió. Tot i això, a les properes fases es recomana examinar la possibilitat d'ús intensiu de biomassa. L'aigua calenta sanitària (ACS) es produeix en part pel sistema de trigeneració i en part per instal·lacions d'aprofitament d'energia solar distribuïdes per edificis. Tant a Catalunya en general com a El Prat en particular, és obligatori escalfar un percentatge d'ACS amb energia solar (Decret d'Ecoeficiència, Ordenança municipal), per la qual cosa el sistema centralitzat de

calefacció ha d'incorporar la instal·lació pertinent d'energia solar. Pels edificis que estiguin connectats a la xarxa, les instal·lacions solars d'escalfament d'ACS s'han d'interconnectar amb la xarxa de calefacció.

L'anomenada trigeneració és un procés d'alta eficiència de transformació d'un combustible. La trigeneració consisteix en la generació simultània d'electricitat, calor i fred a partir d'un mateix combustible. D'aquesta forma s'obté una eficiència alta, que pot arribar a superar el 80%. L'electricitat es fa servir per l'autoconsum de la central; l'excedent es ven a la xarxa elèctrica. El calor i el fred es subministren als clients a temperatures de 90°C i 5°C

respectivament. La instal·lació de trigeneració es dimensiona segons les demandes tèrmiques del sistema (calor i fred). De fet, interessa tenir la instal·lació de trigeneració en funcionament constant i per això la potència d'aquesta està determinada per les demandes tèrmiques base i no pels pics.

Pel que fa a l'àmbit anomenat Reserva Estratègica, incloent-hi els edificis especials, donat l'ús terciari predominant en aquesta zona, es planteja la xarxa de calor i fred per tot l'àmbit. Aquesta part s'abasteix d'una central de trigeneració d'alta eficiència que genera calor i fred i cobreix la demanda base, amb el suport d'un camp solar de gran extensió integrat o als terrats dels edificis baixos



Esquema de les relacions energètiques proposades pel Prat Nord.

4.3.1.2. ELEMENTS BÀSICS DELS SISTEMES CENTRALITZATS DE CLIMATITZACIÓ

de l'àmbit o en una barrera acústica entre els edificis i l'autovia. Aquesta instal·lació solar centralitzada, amb col·lectors solars de mitja temperatura, agrupa i substitueix totes les instal·lacions individuals que s'haurien de fer en cada edifici per separat, segons la normativa. D'aquesta manera s'aconsegueix un sistema més optimitzat energèticament i amb millors resultats mediambientals. La central de la Reserva Estratègica també anirà complementada amb les màquines refredadores de compressió i calderes. El combustible pot ser tant la biomassa com el gas natural. El gas canalitzat és el combustible que aporta una part important d'energia i per això la central ha d'estar connectada a la xarxa de gas a alta pressió.

- Centrals de generació d'energia tèrmica.
- Xarxes de distribució.
- Subestacions a cada edifici, que alimenta la xarxa secundària de cada client.

Central

En el cas d'una central de trigeneració, aquesta consta de moto-generadors elèctrics, calderes de recuperació (de calor dissipat al procés de combustió) i màquines refredadores d'absorció (accionades principalment per el calor). A aquests equips s'afegeixen màquines refredadores de compressió (accionades per electricitat) que s'utilitzen per puntes, unitats d'acumulació d'aigua freda, grups d'impulsió que bombegen l'aigua a la xarxa, equips de regulació i control (tant de la part elèctrica com de la tèrmica).

Com és lògic, una central necessita una escomesa de gas d'alta pressió, xemeneies per a evacuar els gasos de combustió i unitats de refrigeració (dissipació de calor) de les màquines refredadores; aquestes unitats poden ésser torres de refrigeració o aereorefrigeradors. Els dos tipus s'ubiquen al terrat de l'edifici de la central, o a pous d'extracció i reinjecció de l'aigua del freàtic en el cas que sigui possible fer servir aquesta per a propòsits de refrigeració.

Xarxa de distribució

Per a conformar la xarxa de distribució es fan servir canonades preaïllades, disposades en rases. La xarxa consisteix de dos canonades del circuit d'aigua calenta (anada i tornada) i, eventualment, dos canonades del circuit d'aigua freda, en funció de si l'àmbit té només el servei de calefacció o el de climatització. La raó per a fer servir les canonades preaïllades resideixen a la millor qualitat d'aïllament, que minimitza les pèrdues tèrmiques i prorroga la vida útil del conducte, a més a més de la rapidesa i economia del muntatge, menor obra civil i, finalment, la integració d'un sistema de detecció de fuites que facilita reparacions eventuais.

Les canonades preaïllades tenen una carcassa exterior de polietilè rígid que els hi proporciona la protecció mecànica necessària per a poder ser enterrades directament al terreny. El sistema de canonades preaïllades inclou el subministrament de tots els accessoris igualment preaïllats a la fàbrica amb la mateixa tècnica; amb això es garanteix l'estanqueïtat del conjunt, les mínimes pèrdues de calor del fluid i la millor resistència a la corrosió, sense que es vegi afectada per les corrents erràtiques.

4.3.1.3. PREDIMENSIONAMENT DEL SISTEMA DE CLIMATITZACIÓ

Amb l'objectiu de disposar d'un primer diagnòstic sobre si és interessant el sistema de climatització centralitzada dins el desenvolupament urbanístic de Prat Nord, d'acord amb les hipòtesis plantejades en l'apartat anterior, s'ha realitzat una primera avaluació de les demandes energètiques, el predimensionat de la central, el possible traçat de la xarxa troncal i els costos de la inversió en la instal·lació. A continuació s'exposen els resultats obtinguts:

Demanda energètica

S'analitzen per separat els dos grans sectors d'urbanització plantejats a la proposta: Eixample Prat Nord i la Reserva Estratègica Metropolitana. Donat que cada un d'aquests sectors té una grandària suficient per ser susceptible d'implementar el sistema de calefacció o climatització centralitzada, es considera més convenient fer l'anàlisi de zones per separat. Aplicant els valors unitaris habituals, pel clima de l'àmbit metropolità de Barcelona, pel que fa a la demanda i les potències necessàries segons els usos, s'obtenen els següents resultats:

Eixample Prat Nord

		CALOR	ACS	FRED			
	Superfície	Consum	Potència màx.	Consum	Potència màx.	Consum	Potència màx.
ús	(m ²)	(MWh/a)	(MW)	(MWh/a)	(MW)	(MWh/a)	(MW)
HABITATGE	605.310	19673,1	41,9	12598,6	9,3	0	0,0
OFICINES	198.100	3683,7	6,8	0	0,0	27227,2	18,4
COMERCIAL ***	45.750	1499	2,2	0	0,0	2742	4,2
GRAN COMERÇ ***	30.000	744	1,1	48	0,0	3360	3,0
EQUIPAMENTS	**	2460	2,9	686	0,3	2244,8	2,8
TOTAL *simultaneïtat		28.059,8	42,1*	13.332,6	9,4*	35.574,0	28,3*

Per l'habitatge i pels equipaments educatius no s'ha previst el subministrament de fred.

Reserva Estratègica Metropolitana:

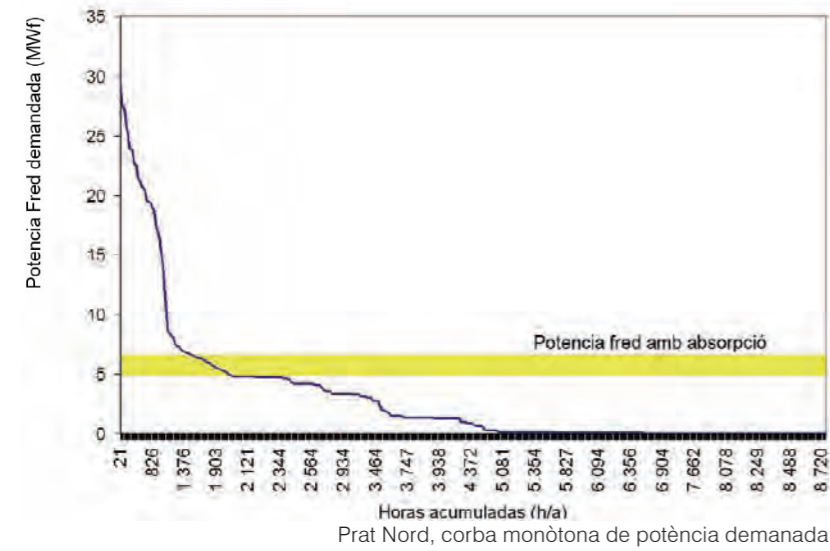
		CALOR	ACS	FRED			
	Superfície	Consum	Potència màx.	Consum	Potència màx.	Consum	Potència màx.
ús	(m ²)	(MWh/a)	(MW)	(MWh/a)	(MW)	(MWh/a)	(MW)
HABITATGE	70.000	2.274	4,8	1.456	1,1	0	0
OFICINES ***	300.000	5.520	10,1	0	0,0	40.800	27,6
COMERCIAL***	40.000	1.312	1,9	0	0,0	2.400	3,6
GRAN COMERÇ***	30.000	744	1,1	48	0,0	3.360	3,0
EQUIPAMENTS	**	894	1,1	250	0,1	957	1,2
TOTAL * simultaneïtat		10.744	14,5 *	1.754	1,1 *	47.517	35 *

(*) pel que fa a la potència màxima, a la suma de potències per diferents usos s'hi aplica el factor de simultaneïtat, per això el total és inferior a la suma de ítems desglossats per usos.
 (**) estimació de la demanda a partir de la superfície de sòl i d'equipaments.
 (***) desglossament de la superfície d'activitats econòmiques a partir d'una hipòtesi de segregació per tipologies amb l'objectiu d'afinar el càlcul de demandes.

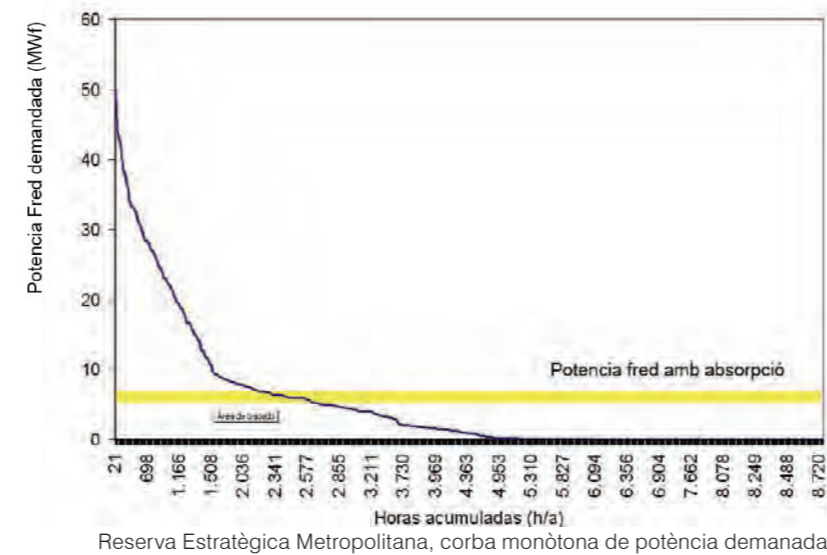
Aquests valors de demanda no són gens menyspreables i per aquest motiu, una instal·lació central és una bona opció a l'hora de cobrir-los.

Predimensionament de las centrals

Partint de la idea que una part de la demanda de climatització s'ha d'abastir per trigeneració, el predimensionament de la central es comença fent una anàlisi de la distribució de la demanda de fred. Aquesta, en forma de corba monòtona de potència demandada, respondria als següents gràfics:



La franja groga indica el límit de potència òptima per cobrir amb les màquines de fred d'absorció. En canvi, la demanda que es produeix en forma de pic per damunt de la franja groga, que és de curta utilització, s'hauria de cobrir amb les màquines de fred de compressió. Amb aquest plantejament i les demandes anteriorment avaluades resulta òptim instal·lar la següent potència de màquines de fred d'absorció: 4,6 MWf al Prat Nord i 6 MWf al sector REM.



Amb aquest plantejament i les demandes anteriorment avaluades, els equips de les dues centrals serien de les següents característiques:

Central Prat Nord:

Motors	2,9 MWe
Fred absorció	4,6 MWf
Caldera/bescanviador de recuperació de calor	7,1 MWe
Calderes	44 MWe
Fred compressió	26 MWf
Acumulació de fred	5000 m3

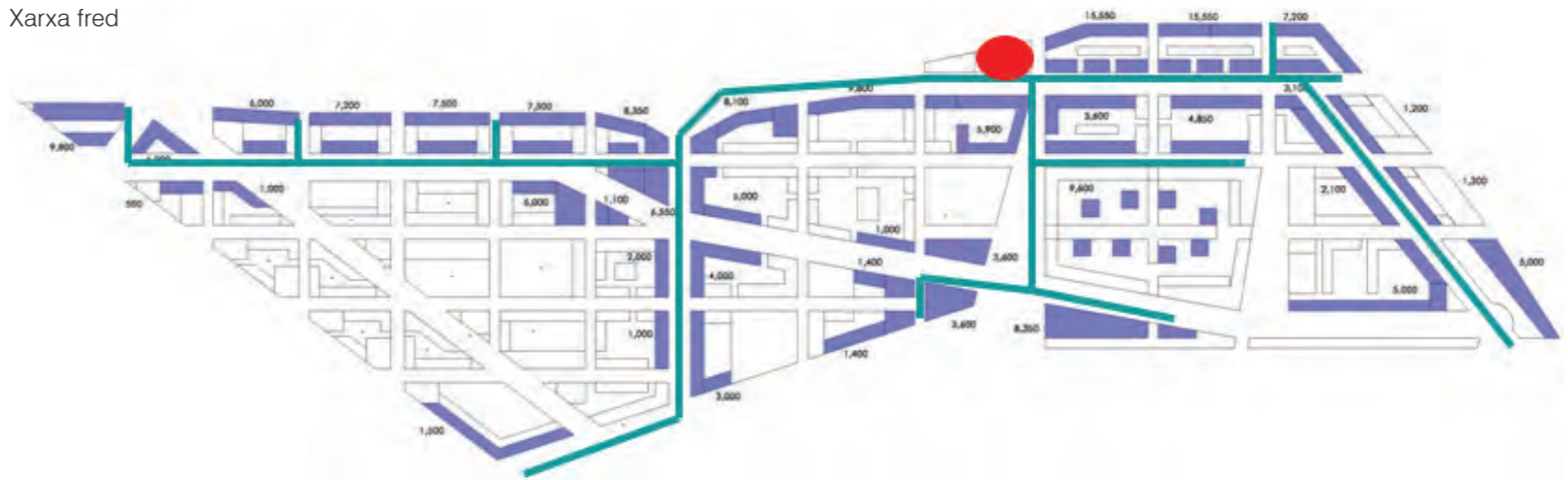
Central Reserva Estratègica Metropolitana:

Motors	3,9 MWe
Fred absorció	6,7 MWf
Caldera/bescanviador de recuperació de calor	8,8 MWe
Calderes	6,8 MWe
Fred compressió	28 MWf
Acumulació de fred	5000 m3
Camp solar	2000 m2

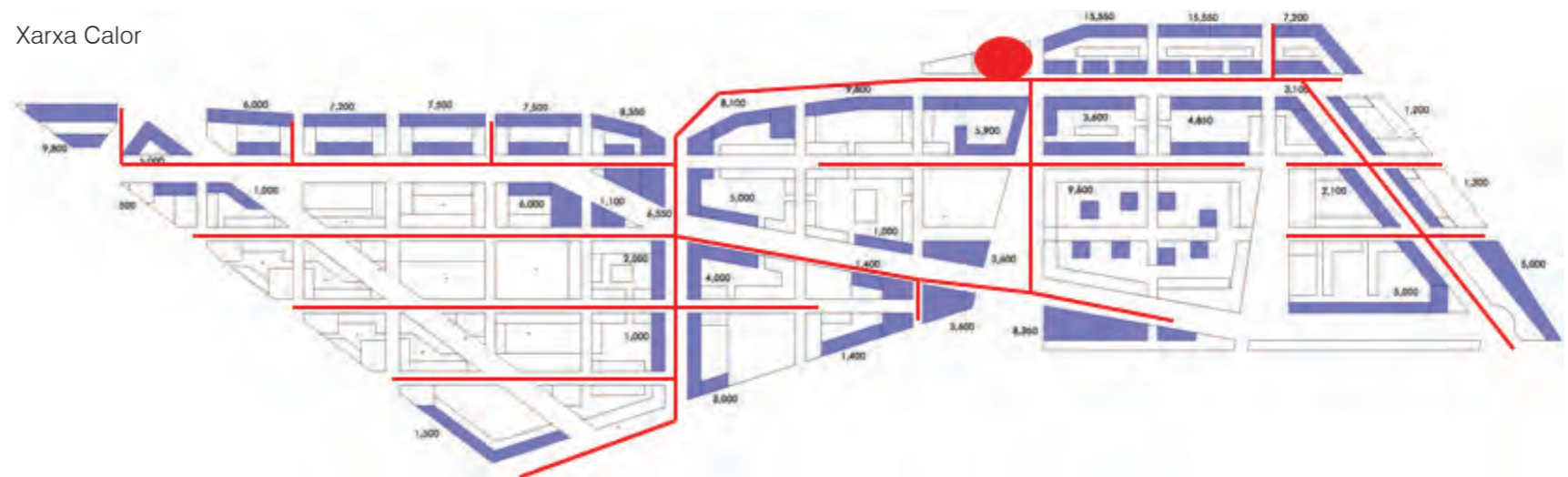
La central de producció d'energia al sector Reserva Estratègica Metropolitana es completa amb un aportament d'energia solar que milloraria els resultats mediambientals i econòmics. Per poder utilitzar l'energia produïda amb el camp solar per la generació de fred, hauran de ser captadors de mitja temperatura integrats a les teulades d'edificis baixos d'aquest sector.

Per a la construcció de les centrals s'han reservat dos solars amb una ubicació adient. A continuació es presenta un possible traçat de la xarxa troncal i la ubicació de la central per l'Eixample Prat Nord. En el plànol de la pàgina 145 consta ubicada la central que es proposa per la REM.

Xarxa fred



Xarxa Calor



Plànols amb la ubicació de la central i les xarxes de fred i calor proposades per l'Eixample Prat Nord.

INVERSIÓ EN LA INSTAL·LACIÓ

La inversió s'ha avaluat utilitzant ràtios d'inversió habituals en aquest tipus d'instal·lacions.

Aquest sistema és un 64% més econòmic que un de proposat a l'estudi previ facilitat amb la documentació del concurs: Proposta de projecte de trigeneració i xarxa de distribució de calor i fred a la zona Prat Nord.

Es proposa que una part dels costos d'aquest sistema vagin a càrrec de les despeses d'urbanització. Aquestes serien les parts que donen servei a tots els edificis, segons el plantejament conceptual exposat al començament d'aquest document. Aquest costos són: les xarxes de distribució de calor i els edificis contenidors de les dues centrals. Els costos a càrrec de la urbanització, segons aquesta proposta serien de l'ordre de 4,6 M€ o uns 3 €/m² de sostre edificat. La inversió total de l'operador del sistema de climatització seria de l'ordre de 42 M€, a realitzar en diferents fases, segons el desenvolupament del barri. El gran

avantatge del plantejament proposat és la seva total compatibilitat amb el desenvolupament per fases. Un sistema modular, dissenyat per construir la part corresponent a cada fase/projecte urbà, reparteix i periodifica les inversions esmentades més amunt i augmenta la viabilitat d'implantació d'aquest sistema.

Altra vegada basant-nos en les ràtios establertes en projectes de sistemes semblants, la TIR (a 20 anys) d'un projecte d'aquest ordre de demanda energètica i d'inversió se situaria al voltant d'un 10%.

Aquest primer predimensionament indica que es atractiu introduir el sistema de climatització centralitzada en l'àmbit en desenvolupament, tant des del punt de vista econòmic com el mediambiental.

Per tot això, es recomana realitzar un estudi detallat per aprofundir en el disseny tècnic del sistema, una avaluació més detallada i precisa dels costos i desenvolupar un pla de negoci que incorpori la periodificació de les inversions i de l'explotació del sistema

concepte		ud	€/ud	€
TRIGEN	kWe	6800	1100	7.480.000
Fred Compressió	kWf	51000	180	9.180.000
Fred Acumulació	m3	10000	260	2.600.000
calderes	kW	50800	120	6.096.000
Edificis	m2	3000	600	1.800.000
Instal·lacions edif.	5%			1.357.800
Xarxa fred	m	4650	2100	9.765.000
Xarxa calor	m	6250	450	2.812.500
Camp solar	m2	2000	500	1.000.000
TOTAL				42.091.300

4.3.2. MESURES PASSIVES PER MILLORAR EL MICROCLIMA I REDUIR EL CONSUM D'ENERGIA

La urbanització realitzada a Espanya en els últims 10 anys, ha portat una dinàmica de creació de nou patrimoni construït social i tecnològicament obsolet. La urbanització i construcció massiva ha obviat els criteris ambientals i, dins d'aquests, especialment la eficiència energètica, com un dels criteris elementals a l'hora de generar ciutat.

Per tant, el desenvolupament del Prat Nord s'ha d'entendre com una oportunitat per corregir aquestes tendències negatives.

L'objectiu general de les tesis ambientals del projecte és:

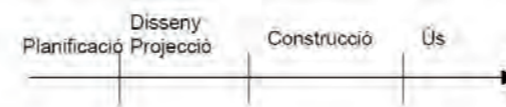
- Reduir l'impacte negatiu sobre l'entorn
- Reduir la dependència/vulnerabilitat del territori

Dit això, es oportú fer la reflexió en quant a on posa el llistó l'ambició? Si s'hauria de fer un eco - barri? Què és un eco - barri avui i què serà d'aquí a 10-15 anys quan probablement el desenvolupament del Prat Nord estigui en una fase avançada. Entenem que des de la planificació s'ha de fer el màxim esforç per generar una ciutat del menor impacte possible aplicant el coneixement avançat i les millors tecnologies de viabilitat provada, fent una aplicació i integració creativa però sempre mantenint el rigor tècnic i la cura sobre l'economia del conjunt de l'operació.

CONCEPTES GENERALS

Prioritats en planificació energètica del barri:

Atenció continua sobre el tema d'energia dins del procés de fer la ciutat:



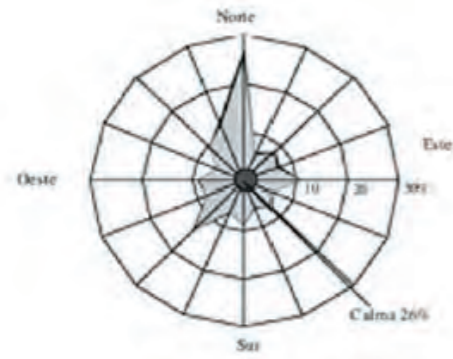
Planificació	Disseny	Construcció	Ús
Prevenió illa calor	Pell edifici	Industrialització processos	Gestió
assoleïament	Inèrcia edifici	Certificació energètica	Manteniment
ventilació	Llum natural	Correcta execució	Comportament usuari
verd	Materials edifici		
morfologia urbana	Eficiència instal·lacions		
Grau pavimentació	Renovables edif.		
Mobilitat	Espai públic		
Definició infraestructures	Mobiliari urbà		
Ordenació infraestructures	Materials pavimentació		
Instal·lacions espai públic	Procesos de gestió		
Renovables			

Per determinar les possibilitats d'aconseguir una sensació de confort adequat mitjançant solucions bioclimàtiques, és important analitzar els vents locals, el binomi temperatura-humitat de l'aire i la radiació solar. Aquesta última és, sens dubte, important com a potencial font de generació d'energia in situ però, encara més, per ser el component de més pes en el balanç energètic del territori en qüestió.

Aquí s'avança una primera anàlisi del clima que ha influït en la presa de decisions respecte a l'ordenació urbana del Prat Nord. Aquestes decisions sempre estan enfocades a facilitar el plantejament d'estratègies de climatització dels edificis a construir, coherents amb el clima local.

L'anàlisi s'ha fet sempre amb les dades meteorològiques de l'aeroport del Prat (xarxa de l'Institut Nacional de Meteorologia) i de l'estació meteorològica de Viladecans (xarxa del Servei Meteorològic de Catalunya). Aquestes dues estacions són les més representatives del lloc, la de l'aeroport del Prat per la seva proximitat i la de Viladecans per la proximitat i la topologia del terreny que l'envolta.





Rosa dels vents àmbit Prat Nord.

Vents dominants:

La rosa dels vents del Prat indica que els vents dominants són, sobretot, el de la component nord, seguit del de sud-oest. La velocitat mitjana se situa a 3,7 m/s. Amb aquesta intensitat de vent és possible afavorir la ventilació natural dels espais tancats i afavorir el confort dels espais oberts. En canvi aquesta velocitat mitjana del vent no permet un eventual aprofitament eòlic per la generació d'electricitat.

El plantejament general de l'ordenació d'edificació a Prat Nord pretén ajustar-se als vents dominants per facilitar al màxim la ventilació de les zones edificades. A la zona central s'ha dissenyat una gran massa verda que fa de coixí tèrmic. Això significa que quan aquesta massa verda és pentinada pels vents dominants, aquests últims, en contacte amb la vegetació, es refresquen abans de trobar-se amb la zona edificada.

L'orientació dels carrers i les façanes dominants d'illes a la zona Eixample Prat Nord és optimitzada tant per un correcte aprofitament com per aprofitar els vents dominants per a la

ventilació natural. L'alçada proposada d'edificació, en la mesura del possible, es correspon a l'aprofitament de ventilació natural: tocant al parc se situen illes d'edificis més baixos i anant cap a la frontera nord (autopista) els edificis pugen en alçada, cosa que permet que segueixin tenint la influència del vent.

S'ha considerat que els habitatges necessiten un bon aprofitament a l'hivern, mentre tots els edificis, d'habitatge i d'activitats, necessiten una màxima protecció solar a l'estiu. A la zona majoritàriament residencial Eixample Prat Nord, la xarxa de carrers s'ha posicionat per seguir al màxim aquest criteri, respectant òbviament altres condicionants de l'estructura urbana. Les façanes més llargues de les illes s'han posicionat en la millor direcció (mirant cap al sud i nord, amb una lleugera desviació nord-oest - sud-est). L'amplada dels carrers també ha seguit la lògica d'afavorir l'aprofitament a l'hivern i protegir el màxim a l'estiu: els carrers est-oest són més amples per donar millor aprofitament a les façanes dominants mentre que els eixos nord-sud són més estrets per tal que les ombres de la banda est del carrer protegeixin les façanes orientades a l'oest.



Esquema de la incidència del vent sobre la façana del desenvolupament del Prat Nord



Per determinar les potencialitats microclimàtiques i les estratègies de creació de confort amb l'ús reduït de l'energia exògena, a continuació s'exposa una breu anàlisi de temperatures i humitats.

El binomi temperatura-humitat de l'aire determina en gran part la sensació de confort habitualment representat al diagrama psicromètric. Els valors de temperatura i humitat són relatius a l'aire ambient. En aquest diagrama també s'hi assenyalen la zona de confort tèrmic, així com unes zones complementàries, adequades per aplicar diferents tècniques de climatització no convencional i més eficient.

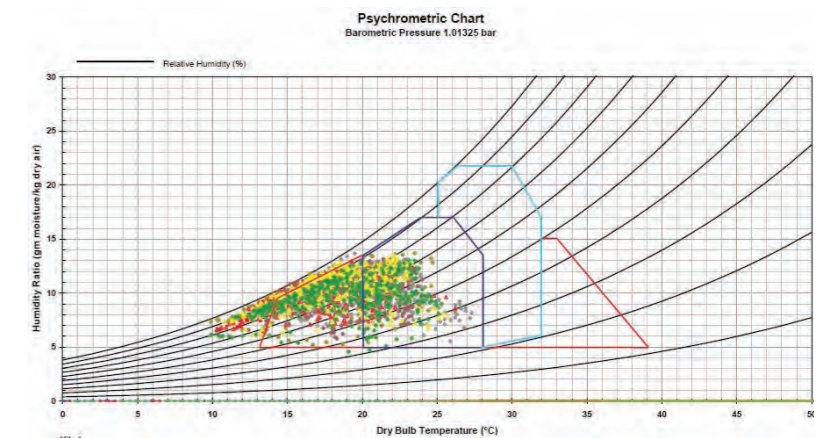
Cal destacar que, per una correcta anàlisi, és necessari fer servir dades horàries i no mitjanes diàries o mensuals ja que aquestes últimes desdibuixen la informació i els resultats extrets d'aquesta mena del procediment serien completament inútils.

Per altra banda, s'ha considerat representatiu analitzar els mesos de maig i juliol. El mes de maig és quan molts edificis terciaris ja fan servir les instal·lacions de climatització (refredament) per refredar els seus espais. Per altra banda, el mes de juliol és quan s'arriba als valors màxims de la demanda de climatització.

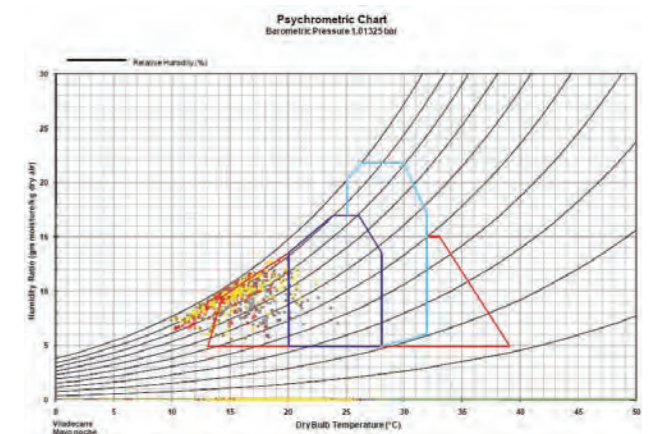
A continuació es presenten dos diagrames psicromètrics per a la primera quinzena del mes de maig. Els punts representen valors horaris dels últims 14 anys, en aquest cas mesurats a l'estació meteorològica de la xarxa del Servei Meteorològic de Catalunya a Viladecans, ja que per tema d'humitat atmosfèrica aquesta s'ha considerat més representativa que la de l'aeroport.

Al primer diagrama es pot veure que les condicions de l'aire ambient es troben, o bé dins del marge del confort humà, indicat al diagrama dins la zona que es troba en el polígon blau fosc, o a l'esquerra de la zona de confort, o sigui, amb temperatures inferiors a la del confort. Això indica que pot ser interessant utilitzar l'aire exterior per a la climatització dels edificis. Abans de començar a fer servir les màquines refredadores o bombes de calor, cal aprofitar l'aire ambient per una ventilació més intensa de l'edifici. Aquesta ventilació refreda els espais interiors.

Per poder plantejar aquesta mena d'estratègies de climatització, és interessant veure quan és més òptim fer aquesta ventilació intensa. Per això, el segon diagrama correspon només a la franja horària de 0-8 h. Es pot observar que pràcticament tots els valors se situen, o bé dintre de la zona del confort o bé amb temperatures inferiors al confort (el núvol de punts a l'esquerra de la zona de confort), cosa que permet refredar l'edifici. D'aquí es dedueix que és sumament interessant apostar per la incorporació de ventilació nocturna dels edificis dins l'esquema global de les instal·lacions de climatització.



Resultats pel mes de maig (Blau marí – zona de confort; a l'esquerra – zona de sensació de fred; a la dreta – zona de sensació de calor)



Resultats pel mes de maig entre 0 i 8 hores

Per verificar el potencial de ventilació nocturna a l'hora de màxima demanda, es repeteix l'anàlisi anterior pel mes de juliol. Del diagrama següent se'n dedueix que el potencial de ventilació intensa ja no és tan important com al mes de maig. Es troben moltes situacions on la temperatura i/o humitat són superiors als nivells acceptats com els de confort (punts a la dreta i per sobre respecte a la zona de confort – polígon blau marí). Tanmateix, encara es poden identificar situacions en les quals la ventilació pot ajudar al condicionament tèrmic de l'edifici, representades pels punts a l'esquerra de la zona de confort.

Aquesta anàlisi inicial permet arribar a la conclusió que a l'EixamplePrat Nord té sentit apostar per la ventilació nocturna dels edificis com a mitjà per reduir la seva despesa energètica i econòmica.

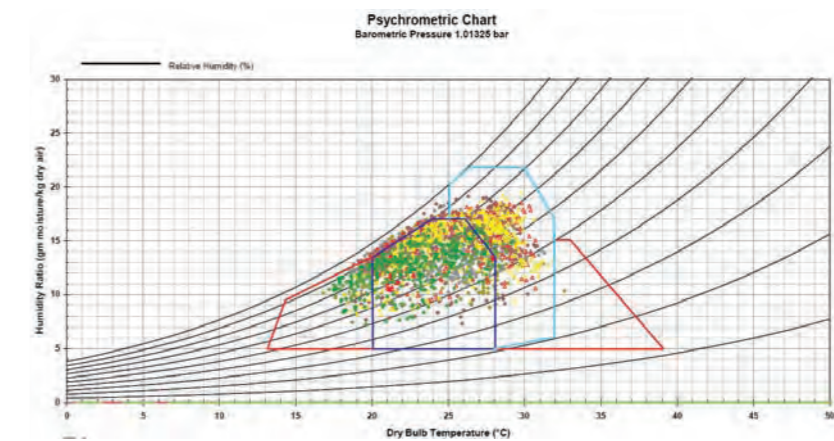
L'edificació de la zona de la Reserva Estratègica es planteja compacta i majoritàriament de poca alçada, amb una disposició adient de patis de llum i ventilació. Aquest concepte de ciutat, amb una gran inèrcia tèrmica, protegit de la radiació solar directa (cosa molt positiva al clima Mediterrani) és particularment adient per al refredament amb ventilació nocturna: per una banda la inèrcia afavoreix que l'edifici refredat a la nit romangui tèrmicament condicionat al llarg del dia. Per altra banda, la disposició horitzontal dels edificis permet tenir un sistema de ventilació amb més preses d'aire distribuïdes a les cobertes i menys conductes. Tenir menys conductes de ventilació significa estalviar en espais tècnics -les canalitzacions d'aire són instal·lacions voluminoses- i estalviar en energia consumida per equips mecànics que accionen la ventilació.

LÍNIES CONCRETES DE ACTUACIÓ

Si aconseguim no alterar el microclima local podem utilitzar sistemes de free cooling. Per això, hem de:

- Evitar l'efecte illa de calor
- Potenciar les grans superfícies verdes i d'aigua que actuen com a regulador tèrmic
- Balanç hídric i tèrmic estan estretament relacionats (si l'aigua atmosfèrica es condueix directament al clavagueram es dissipa menys energia de l'entorn construït)
- Intentar estendre el verd cap el entorn edificat– Dendriificar el verd mitjançant els dits, arbrat intens als carrers i cobertes i façanes verdes.

Cal prestar especial atenció a la relació entre el cicle hidrològic i el balanç energètic. Aquesta està governant pel mecanisme físic de l'evapotranspiració, que constitueix un important component del cicle i balanç de l'aigua. A la vegada que és un component del cicle hidrològic, la evapotranspiració es una component del balanç calorífic i influeix en els fluxes d'energia. Aquest fenomen físic permet dissipar l'energia d'insolació rebuda per l'àrea en qüestió. S'estima que un 70% del total de l'aigua atmosfèrica rebuda per un territori verge en forma de precipitació i condensació és retornada a l'atmosfera a través d'aquest procés, el 30% restant constitueix l'escorrentia superficial i subterrània.



Resultats pel mes de juliol (Blau marí– zona de confort; a l'esquerra – zona de sensació de fred; a la dreta – zona de sensació de calor)

4.3.3. TRACTAMENT DE LA PELL DE LA URBANITZACIÓ: PAVIMENTS I COBERTES DELS EDIFICIS

Els objectius d'aquest apartat són els de plantejar les mesures adequades per tal de:

- Reduir l'efecte d'illa de calor (escalfament de tota la urbanització per efecte de l'absorció de la radiació solar i de l'acumulació de calor).
- Generar un marc que permeti reduir la despesa energètica dels edificis

A més a més, algunes solucions aquí proposades ajuden a:

- Optimitzar el sistema de drenatge d'aigua de pluja augmentar la superfície del verd urbà i, amb això, la biodiversitat.
- Atenuar soroll.

Es proposa desenvolupar criteris i propostes concretes pel que fa als materials i colors del paviment i a les cobertes dels edificis; materials i colors, cobertes enjardinades.

El color i les propietats del material, tals com la reflectància i emitància (emissivitat) de les superfícies horitzontals - són paviments i sostres dels edificis- tenen un impacte rellevant respecte a la demanda de refrigeració d'edificis i respecte al microclima degut a l'efecte anomenat illa de calor. Per reduir aquests impactes s'han de utilitzar materials amb una reflectància i una emissivitat alta.

Es generalment conegut, científicament demostrat i percebut pels ciutadans el fet que la ciutat es mes calorosa que el seu entorn

rural, i que la diferencia de temperatura s'intensifica especialment quan fa bon temps i, encara més, de nit. Aquest fenomen s'anomena illa de calor urbana.

L'illa de calor urbana es produeix degut a l'estructura física del teixit urbà, que capta mes radiació solar del que faria un entorn no urbanitzat i l'emmagatzema. A la vegada, en l'àmbit urbà es redueix la força del vent, que és un dels elements que influeix en la dissipació del calor emmagatzemat.

Donat que la demanda de refrigeració a tota Catalunya, però sobre tot a la zona costanera, està pujant de forma molt important, el tractament correcte d'aquest tema a les noves zones urbanes, com és el cas del Prat Nord, es considera molt important.

Els materials de construcció tenen unes propietats tèrmiques i òptiques molt diferents del sòl no urbanitzat i, sobretot, del sòl amb vegetació important. Per això, el procés d'urbanització altera el balanç tèrmic de l'energia solar rebuda i emmagatzemada per una banda i, per l'altra, l'energia usada per a l'evaporació. Tot això succeeix perquè les superfícies naturals, cobertes amb vegetació, se substitueixen amb cobertes dures i impermeables.

Per reduir la pujada de temperatura no desitjada de l'àmbit urbanitzat, s'han d'utilitzar materials que per les seves propietats puguin atenuar aquest efecte. Les dues propietats mes importants d'un material, pel que fa a l'efecte d'illa de calor son, per una banda, la reflectivitat de la radiació solar i, per l'altra, l'emissivitat – paràmetre que governa el mecanisme d'intercanvi de calor per radiació d'ona llarga.

Amb una alta reflectivitat (o albedo) el material reflecteix una gran part de la radiació solar impedit que el material absorbeixi l'energia solar i que, per tant, s'escalfi.

Pel que fa a la calor absorbida, els seus principals mecanismes de dissipació en el cas que ens ocupa són:

- Convecció– cessió de calor a l'aire, depenent de la seva temperatura i la velocitat del moviment (vents); aquesta no depèn del material en qüestió.
- Evaporació– cessió de calor a l'aire, depenent de la seva humitat i temperatura; aquest mecanisme és important només en materials porosos (que contenen humitat), com la terra, o com les cobertes vegetals.
- Radiació d'ona llarga – cessió de calor al cel, depenent de la temperatura efectiva d'aquest; aquest mecanisme si que depèn del material que s'utilitza.

Per tant, hi ha dues maneres d'influir en el balanç tèrmic d'un àmbit urbanitzat:

- Utilitzant materials d'alta reflectivitat de la radiació solar i d'alta emissivitat
- Utilitzant solucions que incorporin la vegetació i que dissipin la calor mitjançant l'evaporació.

APLICACIÓ DE MATERIALS D'ALTA REFLECTIVITAT DE LA RADIACIÓ SOLAR I D'ALTA EMISSIVITAT

Les superfícies que s'haurien de tenir en compte en el cas del Prat Nord són: paviments de la urbanització general, paviments privats i cobertes dels edificis. Pels paviments, tant els de l'urbanització general com els que estan dins de les parcel·les privades, es proposa aconseguir un Índex de Reflectància Solar superior a 30 utilitzant asfalts pigmentats i paviments de formigó fet amb portland blanc.

Per les cobertes planes o de poca pendent, el paràmetre de l'Índex de Reflectància Solar es fixa en valors superior a 75, per a un mínim del 75% de la coberta, excepte en el cas de cobertes enjardinades. Aplicació de les solucions que incorporen la vegetació i que dissipin la calor mitjançant l'evaporació

Parc – bosc

Una de les tesis estratègiques del projecte de Prat Nord és la gran presència de la massa vegetal a la zona central del nou desenvolupament. Les grans superfícies verdes com ara la zona boscosa, parcs i horts, no alteren el balanç tèrmic del territori i alleugeren l'efecte d'illa de calor del conjunt de l'emplaçament en transformació. Cal destacar especialment la zona boscosa –arbreda de ribera- com el gran coixí tèrmic de tot el Prat Nord.

L'ús d'arbrat frondós als carrers és una altre factor que ajuda a la mitigació del efecte d'illa se calor.

Cobertes

Per altra banda, per la zona anomenada Reserva Estratègica, on

es plantegen cobertes planes de gran extensió, s'apunta a l'ús de cobertes verdes lleugeres, amb poc gruix del substrat i amb una capa vegetal de baixa alçada, bàsicament amb espècies autòctones i de difusió espontània, amb poca necessitat de manteniment i reg.

En els dies assolellats i calorosos, amb aquesta solució s'aconsegueix rebaixar la temperatura de la coberta de l'edifici entre 20 i 40 graus respecte a una coberta plana de colors foscos. Com ja s'ha explicat, l'efecte de refredament s'aconsegueix gràcies al procés d'evapotranspiració de la vegetació.

L'avantatge adicional de la coberta verda és l'efecte retard en el drenatge de pluges. Les superfícies llises passen pràcticament de forma instantània la pluja caiguda cap al clavegueram. Una coberta verda reté l'aigua i per tant redueix els cabals de punta que ha d'absorbir el clavegueram.

Cal aclarir que en el cas de solucions d'aquesta família, l'índex SRI no és rellevant ja que el mecanisme determinant d'intercanvi de calor és l'evapotranspiració de la vegetació i no la radiació.

Com a criteri general, es pot considerar que una coberta amb més d'un 50% de superfície enjardinada és suficient per alleugerir l'efecte d'illa de calor.

Referent al comportament tèrmic dels edificis, a Catalunya actualment hi ha dues normatives vigents: el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), vigent a nivell d'estat Espanyol y el Decret 21/2006 de la Generalitat de Catalunya. Les dos lleis coincideixen

en alguns aspectes a regular, encara que no tenen la mateixa exigència i, a la vegada cada una te parts que l'altra no contempla. A continuació es sintetitzen les exigències de les dues normatives i es defineixen els criteris amb els quals les dues resten complertes.

Els valors de transmissivitat tèrmica que s'ha de aplicar, tenint en compte l'aplicació tant del CTE com del Decret 21/2006, segons quin sigui el més restrictiu, són els següents:

Pels tancaments transparents s'han fet servir materials que complien les restriccions imposades per el CTE creuada amb el valor de 3.3 W/m²K imposat pel Decret, intentant ajustar al màxim els valors a aquests.

TIPUS DE TANCAMENT	CTE (W/m²°C)	Decret 21/06 (W/m²°C)
Façana Exterior	0.73	0.70
Coberta	0.41	--
Interior	1.20	--
Mitjeras	1.0	--
Terra	0.50	--

Valors de transmissivitat tèrmica segons normativa vigent

% Forats façana	Transmitància límit de forats Uhlím W/m²k				Factor solar modificat límit de forats Fhlím amb BAIXA/ALTA càrrega interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E1	SO±90°2	SE3
< 10	3.3	3.3	3.3	3.3	--	0,35	--
10 ≤ % ≤ 20	3.3	3.3	3.3	3.3	--	0,35	--
20 ≤ % ≤ 30	2.9 (3.3)	3.3	3.3	3.3	0,60	0,35	--
30 ≤ % ≤ 40	2.6 (2.9)	3.0 (3.3)	3.3	3.3	0,47	0,35	0,51
40 ≤ % ≤ 50	2.4 (2.6)	2.8 (3.0)	3.3	3.3	0,40(0.59)	0,35	0,43
50 ≤ % ≤ 60	2.2 (2.4)	2.7 (2.8)	3.3	3.3	0,35(0.51)	0,35	0,38(0.55)

¹ Indicant amb E les orientacions est compreses entre els 60 i 111°, comptant des del Nord en sentit de les agulles del rellotge.

² Indicant amb SO±90° s'han d'assolir tant sols en els mesos d'estiu, entenent aquests com els mesos de Juny, Juliol, Agost i Setembre (segons el Decret 21/2006); les orientacions definides com O i SO al CTE que den integrades dins aquesta columna.

³ Indicant amb SE els angles compresos entre els 111 i els 135° comptant des del Nord en sentit de les agulles del rellotge

Valors límit de les transmitàncies de forats i factors solars modificats d'un edifici situat a la zona climàtica de Barcelona superposant els criteris del CTE i del Decret 21/2006

4.4. CONCLUSIONS: ESTRATÈGIES I DIRECTRIUS AMBIENTALS

OCUPACIÓ DEL SÒL I DIVERSITAT D'USOS

- Ajustar la modificació de la topografia per tal que accepti els requeriments dels diferents usos previstos, com suport de la vida vegetal, com a bases d'urbanització o simplement com dipòsits estabilitzats.
- Cercar la diversitat d'usos; apropar oci, treball i residència i reduir la demanda de mobilitat obligada.
- Generar usos i espais públics que actuïn com atractors de públic i activitat econòmica.
- Aprofitar la fertilitat del sòl i la proximitat del nivell freàtic.
- Dissenyar els tractaments adients a les diferents situacions que originen les carreteres i autovies com a fonts de contaminació acústica i paisatgística.
- Cercar un balanç zero dels moviments de terres associats a la modificació de la topografia, recuperant la capa de terra vegetal als llocs que s'hagin de transformar.

CICLE DE L'AIGUA

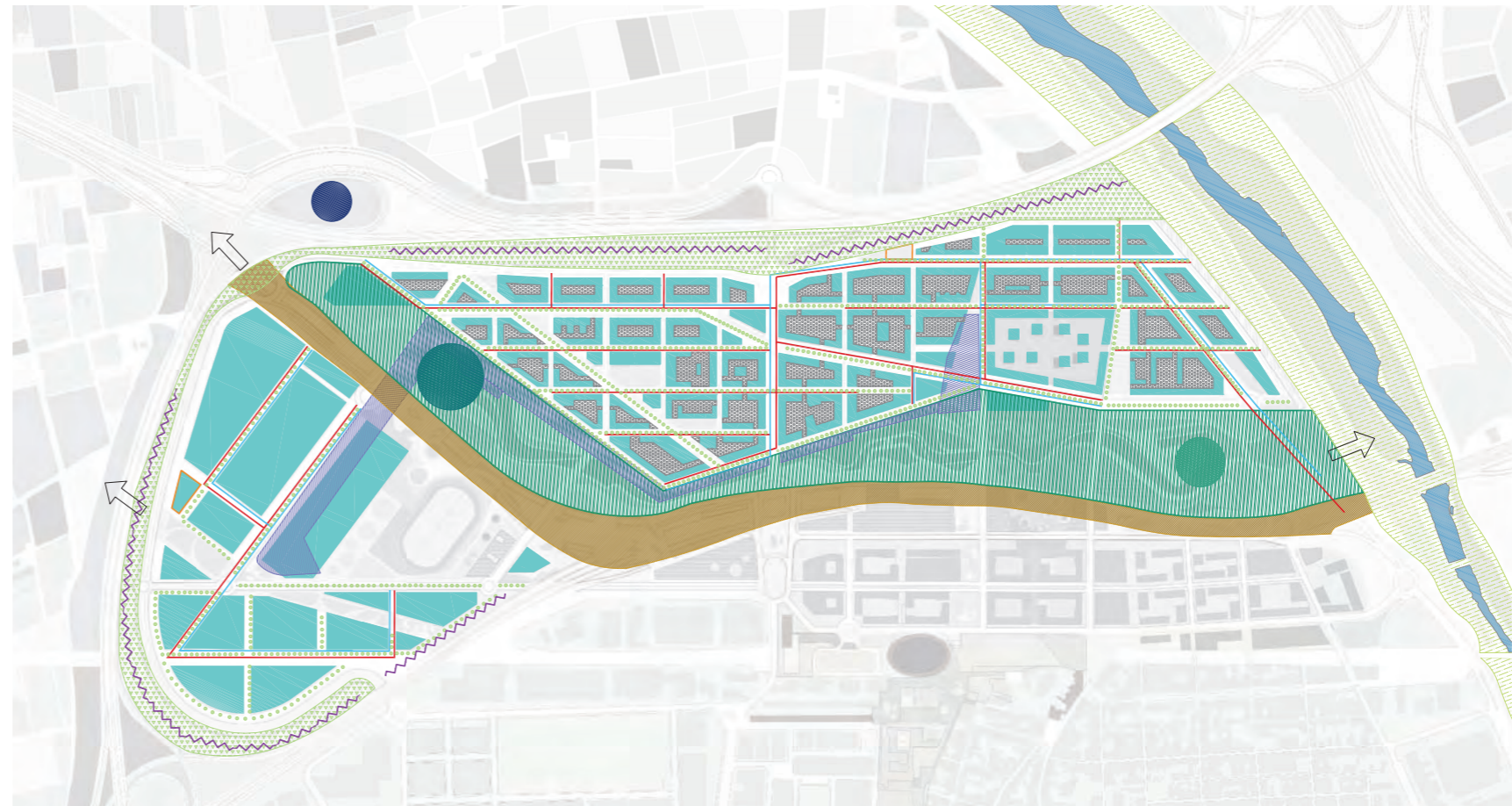
- Convertir l'ordenació del Prat Nord en modèlica des del punt de vista del tractament del cicle de l'aigua; molt especialment quan ens situem al delta, on l'aigua i la seva preservació és una prioritat estratègica.
- Respondre a la necessitat d'evacuar l'aigua en situacions de pluges excepcionals en un entorn condicionat pel tram final del Llobregat, la presència d'una ciutat consolidada i un pendent molt baix.
- Impulsar un esquema de xarxa separativa conseqüent amb la realitat de l'estructura actual de depuració d'aigües.
- Afavorir la infiltració de l'aigua de pluja en tots els punts on la naturalesa del sediment afavoreixi una major infiltrabilitat.
- Potenciar l'aprofitament de les aigües freàtiques i regenerades per l'ús en cisternes de WC, neteja de carrers i reg, tot afavorint l'estalvi de l'aigua de xarxa potable.

EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

- Mantenir una atenció continuada dintre de la totalitat del procés de disseny implicant experts en matèria d'energia en la preparació de la presa de decisions.
- Definir els estudis específics per fixar paràmetres objectius en els àmbits: de la reducció de la demanda i del consum final de l'edificació.
- Avançar sobre la idea de la gestió energètica a la ciutat, en planificació, disseny i ús. En aquest sentit cal impulsar els estudis que defineixin els paràmetres i models de gestió adequats com un model de negoci viable.
- Avaluar la millora que comporta l'ampliació de la xarxa metropolitana de transport públic per l'àmbit del Prat Nord. Contemplar a més de la L-9 del metro, actualment en construcció, el significat estratègic del perllongament de la L-1 fins la REM.
- Tenir sempre com a referent les condicions climàtiques locals obtingudes a partir de les dades estadístiques de les estacions meteorològiques més properes a l'àmbit,

tals com son les de Viladecans i la de l'Aeroport.

- Prestar especial atenció per evitar l'efecte illa de calor introduint àrees verdes, plantació d'arbrat adequat als carrers i solucions tipus teulada enjardinada extensiva i lleugera en les cobertes de gran superfície.
- Reforçar l'efecte de plantació intensiva al Parc del Prat Nord com coixí tèrmic climatitzador de l'àmbit Eixample Prat Nord.
- Orientar les façanes dominants de les illes allargades en el sentit Oest – Est per aprofitar al màxim l'assolellament.
- Proposar una gradació d'alçades en l'edificació de l'Eixample Prat Nord que afavoreixi l'aprofitament de les brises de component Sud.
- Plantejar les reserves de sòl necessàries per implementar una xarxa de subministrament energètic centralitzat.
- Convertir l'ordenació de l'Eixample Prat Nord en modèlica en termes de tractament energètic.



TERRA :

- ZONA VERDA AMB PLANTACIÓ ARBÒREA CONNECTOR BIOLÒGIC I ATEMPERAMENT CLIMÀTIC
- REDUCCIÓ DE L'IMPACTE AMBIENTAL DE LES GRANS INFRAESTRUCTURES
- PAVIMENT AMB ÍNDEX DE REFLECTÀNCIA MAJOR DE 30 IRS > 30

AIRE :
APANTALLAMENT ACÚSTIC

- TOPOGRAFIA I PANTALLES
- VEGETACIÓ ARBUSTIVA COMPACTE

- LLACUNA EXISTENT
- LLACUNA NATURALITZADA PROPOSTA
- ESTANY ARTIFICIAL
- RECOLLIDA D'AIGÜES PLUVIALS DE LES COBERTES
- CONNECTOR FLUVIAL
- RIU LLOBREGAT

FOC:
EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

- XARXA FRED
- XARXA DE CALOR
- CENTRAL DE TRIGENERACIÓ ELÈCTRICA
- REDUCCIÓ DE LA TEMPERATURA DEL PAVIMENT PER L'EFECTE OMBRA EN ELS CARRERS AMPLES