

La transformació digital de l'economia circular, cap a un ús eficient dels recursos. Exemple dels mapejos en la simbiosi industrial

Verònica Kuchinow
Simbiosy

RESUM

En aquesta comunicació volem posar de manifest la importància de les dades per a una gestió eficient i sostenible dels recursos sobrants en un territori a través de la simbiosi industrial. I ho farem a través de diversos exemples de mapes d'oportunitats de negoci a partir d'aquests recursos sobrants d'un territori, realitzats a través del programa SYNER, explicant com es poden relacionar empreses a través dels seus recursos sobrants (sinergies) en base a sistemes de codificació i algoritmes matemàtics basats en casos d'èxit i tractament de dades.

Fa falta generar dades de qualitat i de forma discreta (no agregada) per suplir la manca d'accés a dades reals. Només d'aquesta manera és possible identificar i quantificar els residus industrial i agropecuaris que potencialment es poden convertir en recursos a través de la simbiosi industrial, i identificar amb qui.

Aquests "mapes" de fluxos de recursos sobrants esdevenen la informació de partida que tot projecte territorial de simbiosi industrial hauria de disposar per tal de tenir la visió sistèmica necessària per prendre decisions estratègiques cap a desenvolupament sostenible.

In this communication we want to highlight the importance of data for an efficient and sustainable wasted resources management in a territory through industrial symbiosis. And we will do it through several examples of mapping business opportunities based on these wasted resources, through SYNER program, explaining how companies can be matched through their wasted resources (synergies) by using codification and mathematical algorithms based on successful cases and data management.

It is necessary to generate quality data in a discrete (not aggregated) form to provide information where real data is not available. Only this way we can identify and quantify industrial and agricultural waste that can potentially be turned into resources through industrial symbiosis and identify with whom.

These “maps” of surplus resource flows become the starting information that every industrial symbiosis territorial project should have in order to have the systemic vision necessary to make strategic decisions towards sustainable development.

Paraules clau: #economiacircular, #simbiosiindustrial, #recursosobrant,

1. Una mica de context

En l'economia circular el concepte de residu no existeix: el sistema productiu no genera residus sinó que dissenya i gestiona els seus recursos de manera que mantinguin el seu valor mentre circulen per l'economia. Però per a gestionar els recursos necessitem informació, necessitem dades, dades que no són fàcilment accessibles o gens accessibles en absolut. En un moment en el que tothom parla de l'accés obert de les dades, on tenim una mena “d'invasió” de informació... els recursos queden fora... Per posar només un exemple, un supermercat ho sap tot sobre el consum de patates fregides: qui compra, quin dia, a quina hora, de quina marca... però es difícil saber quines activitats empresarials generen calor residual en un determinat polígon. No en tenim dades d'això. Sense anar més lluny, els Codis Europeus de Residus (CER) que usen les empreses per fer les seves declaracions obligatòries de residus, estan dissenyats per recavar impostos per la generació d'aquests, no per gestionar els materials i saber qui els generen i on van a parar, per localitzar-los i traçar-los, el qual és bàsic per poder aprofitar-los.

Partint de la base que el nostre sistema econòmic està basat en extraure recursos concentrats en “mines”, produïts en “uns pocs” centres manufacturadors i després escampats per tot arreu, un dels reptes de la recuperació està en tornar a CONCENTRAR aquests materials i/o fer-ne un ús més orgànic. Necessitem saber on són i en quines quantitats per planificar com recollir-los de forma viable i eficient. És un pro-

blema d'entropia en el fons.

Actualment, i segons estadístiques de la Unió Europea (Eurostat 2022), només es recupera un 25-30% dels materials declarats com a residus. Naturalment es tracta dels materials més rentables de recollir. Però en queda un 75% de materials que no es valoritzen adequadament. No ens podem permetre, com a societat, pensar que podem llençar més (molt més) del que ingresem. Està clar, que si és així, acabarem a la “banarrota”, com ja s'està veient a nivell planetari amb la crisi climàtica.

Per fer viable la recuperació de materials **hem de saber on es troben els residus**, ~~què~~ empreses els generen i en quines quantitats. Obvi, oi? La digitalització ens ho permet.

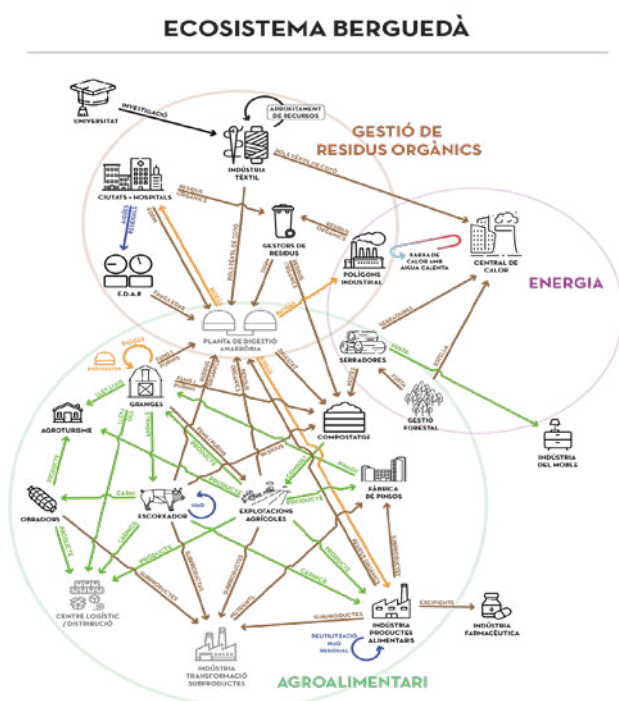
Però a ~~mes a mes~~, hem de saber treballar en col.laboració entre diferents empreses, i moltes vegades entre empreses i administració pública i societat, per fer que la valorització de materials sigui realment viable per les empreses i amb impactes positius per al territori (desenvolupament econòmic, ambiental i social). I aquí és on entra la SIMBIOSI INDUSTRIAL com a eina eficaç.

2. LA SIMBIOSIS URBANO-INDUSTRIAL: economia circular en clau sistèmica per a desenvolupament del territori

La simbiosi industrial és una estratègia empresarial que incentiva la col.laboració entre empreses tradicionalment sense relació, per a fer realitat noves oportunitats de negoci a par-

tir de recursos sobrants, explorant maneres innovadores de posar-les en pràctica. El concepte bàsic és **"els residus d'una empresa poden ser la matèria primera d'un altre"**. I el primer que s'ha de fer és saber quins residus i quines empreses tenen oportunitats d'alguna sinergia, com les que es van identificar al Berguedà:

Figura 1. Mapa de sinergies del Berguedà (2019)



La simbiosi industrial crea una xarxa interconnectada que ofereix una gran oportunitat per que les empreses treballin juntes en la cerca de solucions sostenibles y rentables per a gestionar els seus residus. Això no només té un impacte positiu en la competitivitat de la indústria, si no que obre el camí a les ciutats i regions en transició cap a l'economia circular.

Per poder abordar tot això cal un enfocament sistèmic; necessitem veure els processos de fabricació com a part d'un marc més ampli, un marc d'Ecosistema Industrial, amb una gestió

dels recursos amb enfocament intersectorial: una simbiosi industrial-urbana en col.laboració estreta amb les autoritats públiques i la societat.

El concepte de simbiosi vist amb una perspectiva d'ecosistema, dona suport a

a) aquestes activitats econòmiques (agro-industrials) a reduir la seva dependència dels recursos i la petjada de carboni alhora que beneficia l'entorn urbà-natural circumdant.

b) ciutats i regions amb una economia industrial avançada utilitzant la gestió de recursos sobrants pel desenvolupament econòmic i ambiental millorant la qualitat de vida dels seus ciutadans.

Per exemple, la biomassa resultant de la gestió forestal (explotació i protecció contra incendis) només té sentit econòmic si es gestiona conjuntament amb les restes de podes urbanes i biomassa procedent de les explotacions agrícoles, i s'explota a través una xarxa de calor i fred que dona servei a les empreses del polígon i la piscina municipal. Un pla de descarbonització públic-privat de primer ordre que crea riquesa i desenvolupament (sostenible).

Els projectes sistèmics basats en la simbiosi industrial es caracteritzen pel seu enfocament holístic que integra diversos actors i sectors en un ecosistema col.laboratiu. Aquests projectes van més enllà de les solucions fragmentades i aborden els desafiaments territorials de manera integral, aprofitant les sinergies entre diferents indústries i comunitats.

L'enfoc sistèmic proporciona una base sòlida per a la innovació i sostenibilitat de les organitzacions per que, com diu el Cambridge Institute for Sustainable Leadership, "reconeix implícitament i explícitament que les empreses són entitats interdependents dins un ecosistema

obert l'optimització de la qual és crucial pel seu propi èxit futur”.

Treballar junts és un negoci intel·ligent!

3. Dades per localitzar residus. Dades per gestionar recursos. DADES!

Com s'ha comentat abans, la disponibilitat de les dades és fonamental per a una gestió eficient dels recursos de les empreses i d'un territori en el seu conjunt.

La digitalització ens permet generar i accedir a moltes d'aquestes dades necessàries que convenientment tractades juguen un paper molt important a l'hora de facilitar la transició cap a una economia circular i eficient en l'ús dels recursos.

Si bé la disponibilitat de dades és fonamental per a una gestió eficient dels recursos territorials, l'accessibilitat a informació completa i actualitzada continua sent un desafiament en molts casos, especialment pel que fa a dades privades d'empreses i recursos sobrants.

Per fer viable la **recuperació de materials hem de saber** dues coses fonamentals:

- on es troben els residus
- què empreses els generen i en quines quantitats

Es tracta de dades discretes (no agregades) que són fonamentals per anar més enllà dels estudis teòrics de tendències i estratègies i passar a l'acció amb les empreses concretes involucrades. Per exemple, identificar les empreses generadores de residus orgànics per garantir la provisió en una planta de piròlisi per la producció de biochar.

L'accessibilitat a les dades varia segons la disponibilitat i voluntat de compartir informació

per part de les entitats pertinents. En el cas de les empreses, la divulgació de dades sobre els seus recursos sobrants, com ara materials, energia o aigua, pot estar subjecta a consideracions comercials, de privadesa o competitives. Això pot dificultar l'accés a dades rellevants per a la gestió de recursos territorials.

A més, fins i tot quan les dades estan disponibles, poden no ser fàcilment accessibles per problemes d'interoperabilitat, formats o manca d'estandardització en la recopilació i presentació d'informació. Això dificulta la integració i l'anàlisi de dades provinents de diferents fonts, limitant-ne així la utilitat en la presa de decisions i la planificació territorial.

En aquests casos **té molt de sentit treballar amb un enfoc d'estimacions** com ho fa SYNER-platform.com. Es poden “crear” dades de valor afegit (allò que necessitem, p.e. estimacions de consums d'aigua calenta a 80°C) a partir de informació existent accessible (p.e. activitats d'empreses o CNAE (Código Nacional de Actividades Económicas). Posant un exemple, la idea és la següent: és relativament senzill saber quins residus principals genera una papera (l'experiència, la bibliografia ens ho diu), i si tenim idea de la seva mida a través de la facturació (que es una dada oberta) en podem estimar la quantitat que en genera. És a dir, s'estimen els tipus de residus i la quantitat a partir d'una descripció d'activitat, que a més a més es pot tenir localitzada a través de la seva adreça. D'aquesta manera es disposa de dades dels residus (o recursos **sobrants** en general) que es generen en un territori donat, sabent qui els generen, a on, i en quina quantitat! Una bona informació de partida.

Aquestes dades naturalment són estimacions, però són suficients per fer **primeres aproximacions** i tenir idea de la viabilitat o no d'una de-

terminada oportunitat o sinergia identificada. Gràcies a la digitalització es poden tractar estadísticament i creuar dades obertes (declaracions residus, facturació, mapes usos sòl, mapes eòlics, conreus, polígons industrials, etc.) transformant-les en dades noves de valor, en aquest cas, per la valorització de materials.

Figura 2. Mapa de les estimacions de consums d'aigua i generació d'aigües residuals. Font: SYNER

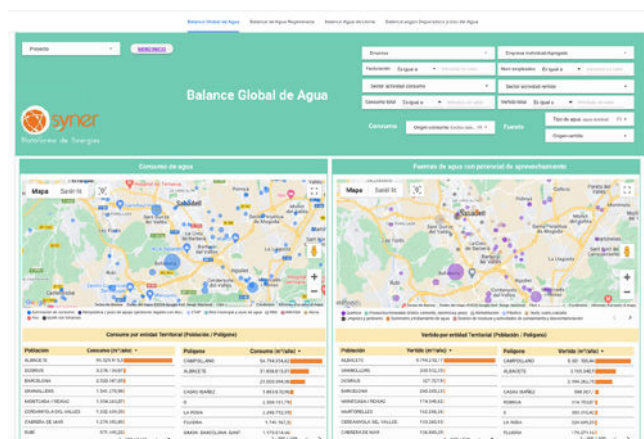
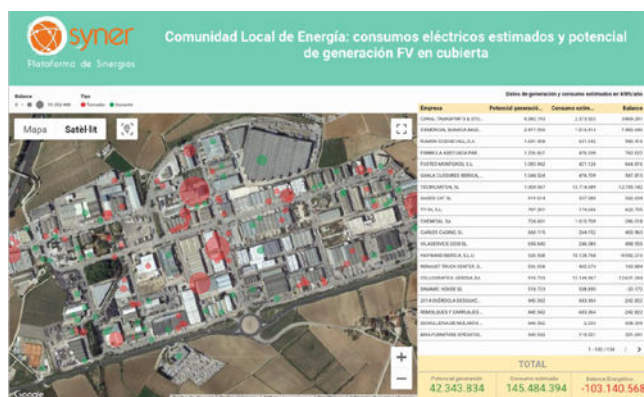


Figura 3. Mapa dels consums elèctrics estimats i potencial de generació d'energia fotovoltaica en cobertes de polígons industrials. Font: SYNER



Gràcies a la digitalització, a més a més, aquestes dades aproximades, cada vegada es van fent més precises i de millor qualitat a mesura que es van usant i es va aprenent. Aplicant tècniques de llenguatge natural, IA (intel·ligència artificial), estadístiques i regressions entre

d'altres tècniques, els científics de dades de poden ubicar i quantificar recursos sobrants potencialment involucrats en projectes circulars amb impacte positiu tant per les pròpies empreses com pel territori en el seu conjunt.

Les dades són necessàries per a la presa de decisions en tots els àmbits: des de la planificació urbana fins a la competitivitat empresarial, les dades tenen un paper crucial en la gestió eficient dels recursos d'un territori:

1. Presa de decisions basada en dades: les tecnologies digitals permeten la recopilació, anàlisi i interpretació de grans quantitats de dades relacionades amb l'ús de recursos, els processos de producció i el comportament del consumidor. Aquestes dades poden informar dels processos de presa de decisions, permetent a les empreses i als responsables polítics identificar ineficiències i oportunitats de millora.
2. Optimització de l'ús de recursos: mitjançant la digitalització, les indústries poden optimitzar l'ús dels recursos mitjançant la implementació de sistemes intel·ligents per al monitoratge, la gestió i l'assignació de recursos. Per exemple, els sensors i els dispositius d'IoT podrien rastrejar els fluxos de recursos en temps real, cosa que permetria una utilització més eficient i minimització del malbaratament.
3. Transparència de la cadena de subministrament: les tecnologies digitals com el blockchain poden millorar la transparència i la traçabilitat a tota la cadena de subministrament. Aquesta transparència permet a les parts interessades rastrejar l'origen i el cicle de vida dels productes, garantint pràctiques de proveïment responsables i facilitant la reutilització, la remanufactura i el reciclatge de materials. Els Passaports Digitals de Pro-

ducte són un bon exemple.

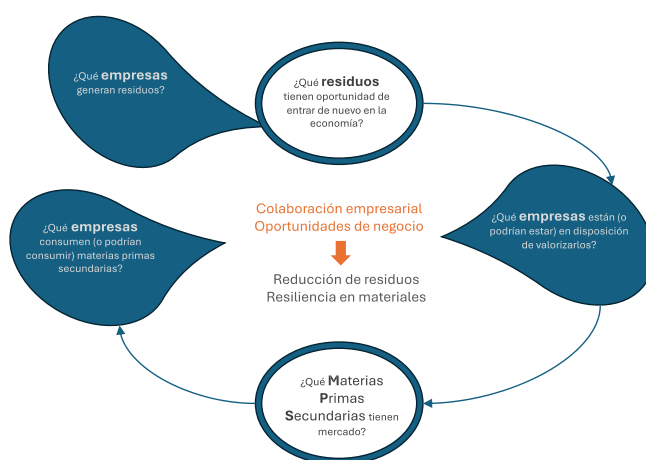
4. Models de negoci circulars: les plataformes digitals poden donar suport al desenvolupament de models de negoci circulars, com ara el producte com a servei, les plataformes d'intercanvi i els sistemes de devolució. Aquests models promouen la reutilització, la reparació i la renovació de productes, estenent la seva vida útil i reduint la demanda de nous recursos.
5. Manteniment predictiu: la digitalització permet tècniques de manteniment predictiu, on s'analitzen les dades de rendiment i estat de l'equip per anticipar les necessitats de manteniment abans que es produeixin avaries. En minimitzar el temps d'inactivitat i ampliar la vida útil de la maquinària i la infraestructura, aquest enfocament contribueix a l'eficiència dels recursos.
6. Virtualització i simulació: eines digitals com la realitat virtual (VR) i el programari de simulació permeten a les empreses dissenyar i provar productes i processos en un entorn virtual. Això redueix la necessitat de prototips físics, minimitza els residus de materials i permet l'optimització de l'ús dels recursos durant el desenvolupament del producte.
7. Plataformes col.laboratives: les plataformes digitals faciliten la col.laboració i l'intercanvi de coneixement entre els agents implicats en l'economia circular, incloses les empreses, els investigadors, els responsables polítics i els consumidors. Aquestes plataformes fomenten la innovació, l'intercanvi de bones pràctiques i l'acció col.lectiva cap a la gestió sostenible dels recursos.
8. Compromís del consumidor: les tecnologies digitals permeten als consumidors prendre decisions informades i participar en l'economia circular. Les aplicacions, els llocs web i altres plataformes digitals poden proporci-

onar informació sobre productes sostenibles, opcions de reciclatge i oportunitats de reparació o reutilització, fomentant patrons de consum més responsables. Fer participar als consumidors oferint la informació i programes adients per part dels fabricants és el camí per aconseguir el canvi de producció i consum que l'economia circular necessita.

4. EXEMPLES de mapeig de recursos en la simbiosi industrial

El mapeig de fluxos de recursos per a l'economia circular en un territori és un procés crucial per a comprendre i optimitzar-ne l'ús d'aquests recursos.

Figura 4. Esquema d'un mapeig de recursos



L'objectiu és identificar i quantificar els residus agro-industrials i urbans que potencialment es poden convertir en RECURSOS a través de la simbiosi industrial, i identificar amb qui. En definitiva el que es vol és:

1. Mapeig de les empreses que formen part de l'ecosistema: Quines? A què es dediquen? On són? Quant facturen?
2. Mapeig dels residus: Quin és el rànquing de residus? Quines empreses els generen? En quina quantitat? Quantes empreses compar-

teixen un mateix tipus de residus?

3. Mapeig de l'aigua: Quina quantitat d'aigua residual es produeix a la indústria i al municipi? Quines activitats tenen potencial d'usar aigua regenerada en substitució de l'aigua de boca? Balanç d'aigua
4. Mapeig d'energia: És viable una xarxa d'intercanvi de calor/fred? Quines empreses potencialment donadores de calor i quines prenedores? Quins residus orgànics poden ser font d'energia renovable i on estan?

4.1 Un exemple: mapa dels residus orgànics de la Terra Alta (Consell Comarcal de la Terra Alta)

La Terra Alta és una comarca rica en recursos forestals i agraris. Però la gestió dels mateixos no ha estat econòmicament viable fins ara,

com passa en la gran majoria dels casos.

Un mapeig dels recursos forestals de la Terra Alta permet tenir una visió de conjunt per proposar solucions que siguin viables econòmicament amb, a més a més, impacte positiu al territori.

A través de SYNER es van identificar les fonts de generació de biomassa llenyosa de la comarca. Es va estimar que la comarca de la Terra Alta disposa d'un potencial de 42.000t/any de biomassa llenyosa, de les quals tan sols 20.000t serien actualment viables per a explotació avui dia. I es van identificar els diferents punts de generació. D'aquesta manera es pot definir el lloc més adequat per ubicar una central logística de la biomassa, per la seva gestió conjunta.

Figura 5. Estimacions generació biomassa

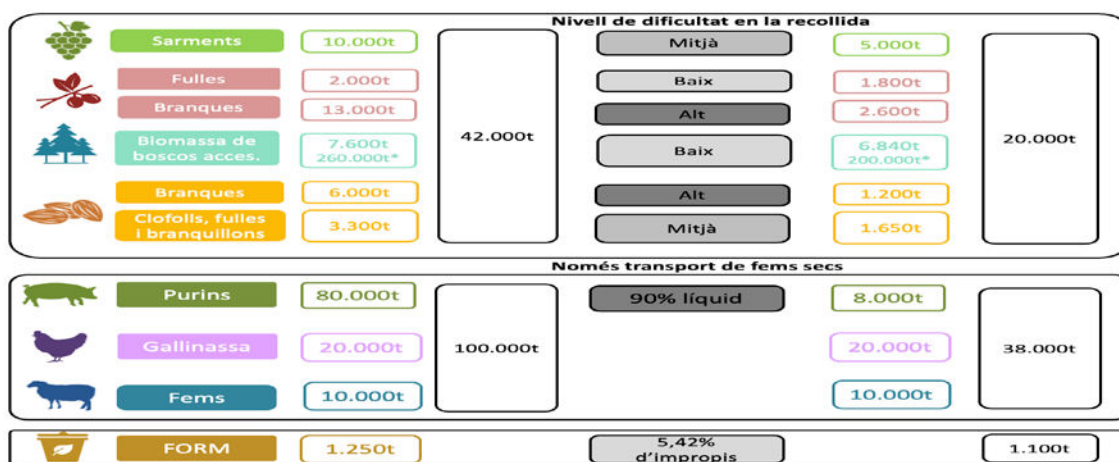
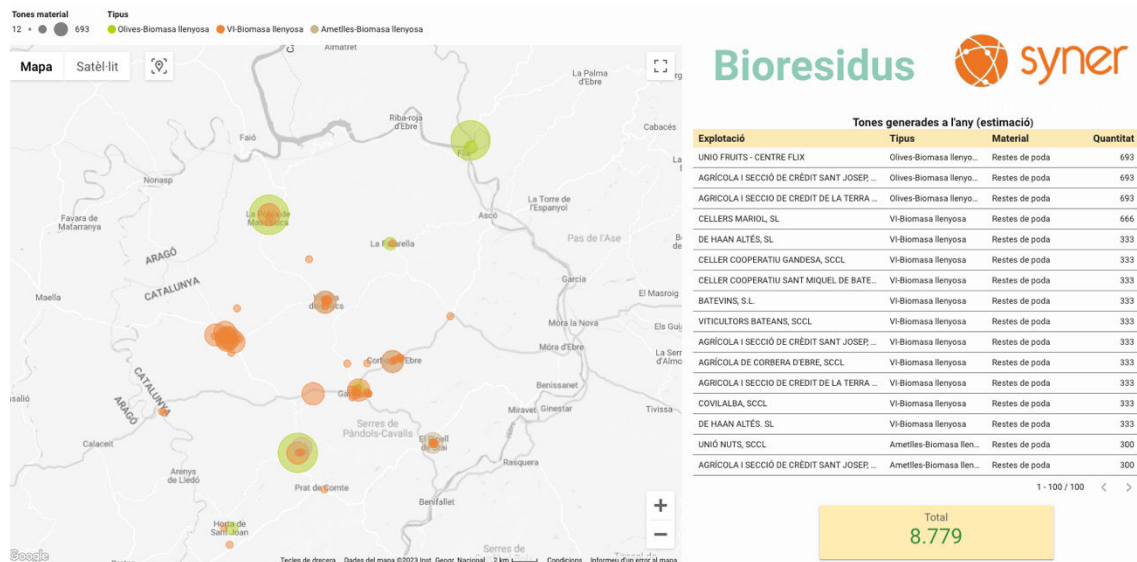


Figura 6. Mapa dels residus llenyosos



Aquestes dades s'obtenen aplicant ratis de producció per hectàrea i dades d'estudis de científics sobre subproductes agraris (entre d'altres) creuant amb dades de cadastre i llicències d'activitat. Aquests algorismes d'estimació una vegada obtinguts, poden aplicar-se a qualsevol altre indret i fer estimacions d'una manera molt ràpida i senzilla, només disposant d'informació sobre les activitats agrícoles del territori.

De la mateixa manera es van poder ubicar empreses industrials comercialitzadores/transformadores de fusta, per tal de tenir localitzades empreses de la cadena de valor dels productes de mercat derivats de la gestió de la fusta/llenya.

- Comercialitzadores de fusta en roll
- Productores d'estella
- Fabricants de calderes
- Fabricants de taulers i planxes de fusta
- Productors de biochar
- Instal·lacions de digestió anaeròbia
- Fabricants d'adobs orgànics (a partir de biocar, digestat)
- Etc.

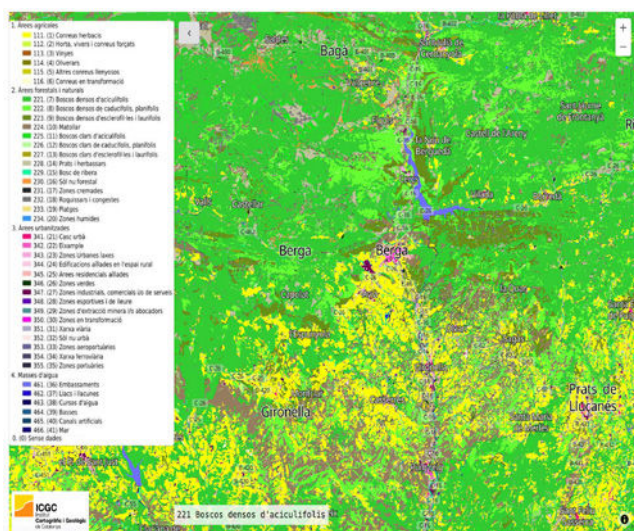
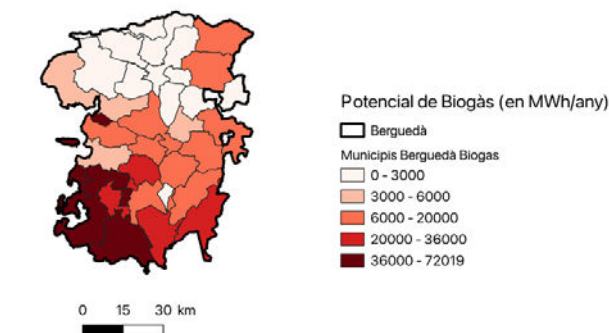
Un exemple: estudi del potencial de generació d'energia amb recursos propis a la comarca del Berguedà (Agència de Desenvolupament del Berguedà)

Al Berguedà és va estimar que amb els residus orgànics generats (biomassa forestals y agrícola, subproductes de la indústria alimentària, dejeccions ramaderes, fangs de depuradora i fracció orgànica de residus municipals) es podria suplir tota la demanda d'energia tèrmica de la comarca.

Amb un total de 74.000 t/any de producció de biomassa en boscos i 31.000 t/any de residus agrícoles i podes, es pot arribar a generar 380 GWh d'energia tèrmica.

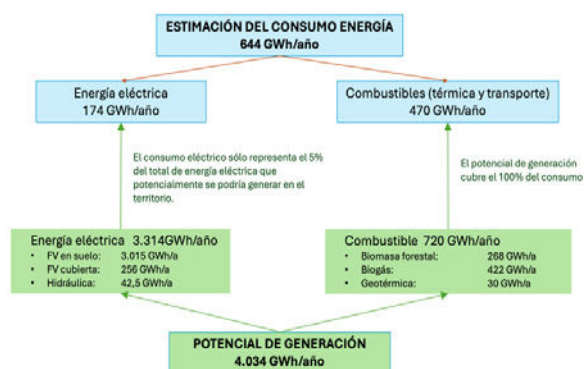
Amb un total de 707.000 t/any de dejeccions ramaderes, 4.500 t/any de llots de depuradora i uns 5.000 t/any de fracció orgànica de residus municipals, es pot generar 422 GWh amb l'aprofitament del biogàs.

Figura 7. Mapes de recursos Berguedà



A més ~~amés~~, es va estimar que el potencial de generació d'energia fotovoltaica i hidràulica, arribant a la conclusió que el potencial de generació d'energia renovable o combustibles a partir de residus podria arribar a cobrir el 100% de les necessitats de consum. És a dir, per al Berguedà és factible la generació 100% renovable amb recursos propis ~~(si la substitució fos possible en tots els casos).~~

Figura 8. Balanç d'energia Berguedà



5. Conclusió

Els programes d'estimació de dades basades en coneixement i estadístiques, tenen un paper crucial en la gestió eficient de recursos territorials en proporcionar eines per recopilar, analitzar i visualitzar informació rellevant de manera més efectiva. Aquests programes solen combinar dades històriques, coneixements experts i models estadístics per generar estimacions i projeccions sobre diversos aspectes del territori, des de l'ús del sòl fins a la demanda de recursos naturals.

Un dels principals beneficis d'aquests programes és la seva capacitat per omplir els buits de dades quan la informació completa i actualitzada no està disponible. Utilitzant tècniques avançades de modelatge i anàlisi, es poden extrapolar tendències, identificar patrons i fer prediccions amb un alt grau de precisió, fins i tot quan les dades reals són limitades o incompletes.

A més, aquests programes solen oferir eines de visualització intuïtives que permeten als usuaris explorar i entendre fàcilment les dades, facilitant així la presa de decisions informades. Això és especialment útil en contextos on la gestió de recursos territorials involucra

La transformació digital de
l'economia circular, cap a un ús
eficient dels recursos.
Exemple dels mapejos en la simbiosi
industrial

múltiples parts interessades amb diferents nivells d'experiència i coneixement tècnic.

Un altre aspecte important d'aquests programes és la seva capacitat per integrar dades de diverses fonts i formats, cosa que permet una anàlisi més holística i completa de la situació. En combinar dades geoespacials, estadístiques demogràfiques, informació ambiental i altres conjunts de dades rellevants, els usuaris poden obtenir una visió més completa i precisa de la realitat territorial, cosa que alhora facilita la identificació d'oportunitats i desafiaments per a una gestió més eficient de els recursos.