



**Diputació  
Barcelona**

Àrea d'Acció Climàtica  
Gerència de Serveis de Medi Ambient  
Oficina Tècnica de Canvi Climàtic i Sostenibilitat

Núm. Expedient 2019/0008602

---

# **PUJALT SOSTENIBLE**

## **La palla com a recurs per millorar la sostenibilitat del medi rural**

---

**Pujalt**

**16 de desembre 2019**

---

**Autors:** Alessandro Ardovini

Ana González

Benedetta Longo

F. Javier Fernández

Francisco Cervera

Joan Colin

Manel Font

Abel Zahínos

**Coordinador Diputació:** Josep Verdaguer Espauella

**Empresa:** Javier Fernández Caracena

**Contacte:** [info@carbonvivo.com](mailto:info@carbonvivo.com)

**Telèfon:** 605122266



# Índex de Continguts

1.	Resum executiu	12
2.	Descripció de la necessitat del projecte	16
2.1.1.	Reptes i problemes del municipi de Pujalt	16
2.1.2.	La palla, un recurs per millorar la sostenibilitat econòmica, social i mediambiental de Pujalt	18
3.	Diagnosi del territori	22
4.	Descripció del projecte	28
4.1.	Finalitat del projecte	28
4.2.	Objectius generals i específics del projecte	28
4.3.	Abast del projecte	29
5.	Descripció de les línies de treball	32
5.1.	Ús de la palla com a substrat de cultiu i recuperació dels horts tradicionals de Pujalt	32
5.1.1.	La palla com a substrat de cultiu	32
5.1.2.	Els horts tradicionals de Pujalts	36
5.1.3.	Proposta de recuperació dels Horts tradicionals de Pujalt	38
5.2.	Ús de la palla com a combustible	63
5.2.1.	Antecedents i justificació	63
5.2.2.	Estufa Rocket d'inèrcia tèrmica	65
5.2.3.	Comparació de la estufa Rocket vs altres sistemes alternatius	67
5.2.4.	Comparació de sistemes de calefacció en un escenari pessimista per les estufes Rocket alimentades amb pellet de palla	73
5.2.5.	Descripció de l'aula de l'Observatori i les seves necessitats energètiques.	77
5.2.6.	Disseny de l'estufa Rocket Duo Pro.	78

5.2.7.	Pressupost de l'estufa Rocket Duo Pro per l'Aula Didàctica de l'Observatori de Pujalt	80
5.2.8.	Cronograma d'actuacions	81
5.3.	Ús de la palla en la construcció	82
5.3.1.	Objectiu	82
5.3.2.	Estat de l'art	82
5.3.3.	Constructors i Arquitectes a nivell europeu, espanyol i català	87
5.4.	Ús de la palla per generar biocarbó – Creació d'un espai d'experimentació i demostració del biocarbó i les seves aplicacions	94
5.4.1.	Creació d'un espai d'experimentació de sistemes eficients i assequibles per a la producció de biocarbó	94
5.4.2.	Generar espais demostratius de l'aplicació del biocarbó	105
5.5.	Formació en Permacultura i altres estratègies per la sostenibilitat del medi rural	122
5.5.1.	Introducció	122
5.5.2.	Anàlisi d'usuaris i necessitats	124
5.5.3.	Estratègies i disciplines per a la sostenibilitat	126
5.5.4.	Disseny de la oferta formativa	128
5.5.5.	Pressupost	131
5.5.6.	Cronograma/Calendari	133
5.6.	Pla de comunicació	136
5.6.1.	Introducció	136
5.6.2.	Necessitats, objectius i accions associades	136
5.6.3.	Pressupost	137
6.	Referencias	138
ANNEX 1 – Activitats realitzades per fer el diagnòstic i la preparació de les diferents línies de treball		142

ANNEX 2: Assajos científics Biocarbó en agricultura	151
ANNEX 3: Ús Del Biocarbó En Sistemes Ramaders	154
ANNEX 4 Assaig d'aplicació del Biocarbó com a suplement dietari en garrins durant la fase de deslletament.	156
ANNEX 4: Detalls Elements Filtre D'aigua	162
ANNEX 5. Formació associada a la palla com a recurs	163
Permacultura	163
Introducció a la Permacultura	163
Curs certificat de Disseny en Permacultura (CDP)	164
Agricultura regenerativa	166
Horts en bales de palla	166
Biochar	167
Bioconstrucció	168
Estufes de inèrcia tèrmica	175

## Índex d'Il·lustracions

Il·lustració 1. Temperatures mitges de Pujalt (Font: (Weather Spark, 2019)) .....	20
Il·lustració 2. Vista d'un camp de conreu al municipi de Pujalt. Al fons, vista dels aerogeneradors instal·lats al municipi .....	22
Il·lustració 3. Imatges de la caldera ACR Ecocalderas instal·lada al restaurant la Pedra .....	24
Il·lustració 4. Personal del restaurant La Pedra de Pujalt mostrant a l'equip del projecte la caldera de palla que tenen instal·lada, dissenyada i construïda per ACR Ecocalderas.....	24
Il·lustració 5. Vista dels horts tradicionals de Pujalt (espai limitat pel mur de pedra) que l'Ajuntament voldria recuperar .....	26
Il·lustració 6. Vista satel·litari dels horts tradicionals de Pujalt (41°43'31.5N 1° 25'42.9"E) .....	36
Il·lustració 7. Recinte dels Horts tradicionals de Pujalt i ubicació del safareig.....	36
Il·lustració 8. Exemple de compostadora de camp .....	45
Il·lustració 9. Climograma Pujalt.....	45
Il·lustració 10. Dipòsit d'aigua de 1000 litres .....	47
Il·lustració 11 Tub reg per degoteig (esquerra) i programador de reg (dreta).....	47
Il·lustració 12 Exemples del funcionament del Sistema Kit Irrig .....	47
Il·lustració 13. Exemple caseta 202cm x 262cm .....	48
Il·lustració 14. Espai on es preveu dur a terme les activitats i la formació .....	48
Il·lustració 15. Taula i bancs de fusta tractada per a l'exterior i coberta amb fusta .....	49
Il·lustració 16. La bala de palla com a substrat de cultiu (esquerra) i la palla com encoixinat (dreta) .....	50
Il·lustració 17. Bancal de cultiu en bala de palla.....	50
Il·lustració 18. Parades en cresta (esquerra) i fons de bassa.....	51
Il·lustració 19. Proposta d'ubicació dels contenidors del rebuig inorgànic.....	52
Il·lustració 20. Exemple de contenidors diferenciats.....	52
Il·lustració 21. Proposta d'ubicació del bany sec.....	53

Il·lustració 22. Imatge descriptiva i demostrativa del funcionament d'un bany sec. ....	54
Il·lustració 23. Estat actual dels horts municipals de Pujalt. ....	55
Il·lustració 24. Proposta de disseny de l'Hort. ....	56
Il·lustració 25. Model de caldera instal·lada al restaurant La Pedra a Pujalt (ACR Ecocalderas, 2019). ....	64
Il·lustració 26. Esquema de funcionament i constructiu d'una estufa Rocket convencional (Font: EcoHabitat nº52. Iniverno 2016/17). ....	65
Il·lustració 27. Exemple d'estufa Rocket DUO Pro amb cremador i tremuja per a l'ús de pellet de fusta com a combustible (Font: Arts amb Caliu) ....	67
Il·lustració 28. Visió aèria de l'Observatori de Pujalt. ....	77
Il·lustració 29. Interior de l'aula que es vol calefactar. ....	78
Il·lustració 30. Esquema de l'estufa Rocket proposada per l'aula de l'Observatori de Pujalt. ....	79
Il·lustració 31. Simonton House Nebraska 1908. Font Barbara Jones Amazonalis (2007).....	82
Il·lustració 32. La casa de les Acracias, construïda per Ana González Palomares, Permacultura BCN Font: La casa de las Acracias ....	84
Il·lustració 33 Detall de l'estaca amb la que es lliga la bala a l'estructura de reforç i llarguers entre les estakes en forma d'armat de reforç estructural. Font: Francisco Cervera.....	84
Il·lustració 34. Mòdul tipo Ecococon, amb les diferents capes d'acabat. Font: Francisco Cervera .....	85
Il·lustració 35. Mòdul tipo artesà fet in situ per Okambuva. Font: Francisco Cervera .....	86
Il·lustració 36 Propietats de la palla com a material per a la construcció.....	87
Il·lustració 37. Taller d'auto-construcció sistema Cut i Taller d'auto-construcció fusteria, "cercha española" Font: Francisco Cervera .....	89
Il·lustració 38. Pla de pre-muntatge de mòduls Ecococon i procediment de desplaçament dels murs Ecococon. Font: Francisco Cervera .....	91
Il·lustració 39. Muntatge acabat de l'estructura amb mòduls Ecococon. Font. Francisco Cervera .....	91
Il·lustració 40. Instal·lació de membrana impermeable i capa aïllant .....	92



Il·lustració 41. Aplicació del morter de calç sobre la fibra de fusta. ....	92
Il·lustració 42. Proposta d'ubicació de l'espai d'experimentació producció biocarbó (àrea limitada pel polígon negre) .....	96
Il·lustració 43 . Sistema de producció de biocarbó amb forn Kon TIKI. Font: Carbón Vivo SCCL	97
Il·lustració 44. Exemple de reactor amb bidons metàl·lics. Font: Carbón Vivo SCCL.....	98
Il·lustració 45. Exemple de sistema TLUD (Font: ( <a href="http://www.drtlud.com">www.drtlud.com</a> ) i esquema del seu funcionament (Font: ( <a href="https://biochar.international/">https://biochar.international/</a> ).....	99
Il·lustració 46. Exemple de sistema Retort (Font: ( <a href="http://www.vuthisa.com">www.vuthisa.com</a> ) i esquema del seu funcionament (Font: ( <a href="http://www.kerrcenter.com/">www.kerrcenter.com/</a> ).....	100
Il·lustració 47. Una representació de quantitats relatives de CO2 i N2O alliberat del sòl a més d'una esmena orgànica sense carbonització (FST) i després de ser carbonitzada (ja sigui com hydrochar-HTC-o com biochar-BC).Font: <a href="http://www.biochar-international.org">www.biochar-international.org</a> .....	106
Il·lustració 48. Detall de biocarbó a nivell microscòpic (Font: CARBONI VIVO SCCL). ....	109
Il·lustració 49. Esquema del sistema de tractament d'aigües proposat (font: <a href="http://www.aqsolutions.org/">http://www.aqsolutions.org/</a> ).....	118
Il·lustració 50. Disposició filtre d'aigua a la zona dels horts.....	120
Il·lustració 51Anàlisi usuaris i necessitats .....	125
Il·lustració 52. Membres de l'equip de Permacultura Barcelona amb l'Alcalde i membres del seu equip durant la primera visita a Pujalt.....	142
Il·lustració 53. Vista dels camps de cereals de Pujalt a principis de l'estiu. ....	143
Il·lustració 54. Espai junt als horts on es suggereix d'instal·lació de l'espai de producció de biochar. ....	144
Il·lustració 55. Estat actuals dels horts de Pujalt .....	144
Il·lustració 56. Membres de l'equip del projecte amb Antoni de Sola durant les activitats de recollida d'informació pel disseny dels horts. ....	145
Il·lustració 57. Extérieurs de l'Observatori on es planeja instal·lar una estufa Rocket DUO Pro. ....	145
Il·lustració 58. Interior de l'aula de l'Observatori on es vol instal·lar un sistema de calefacció alimentat amb pellets de palla. ....	146

## Índex de Taules

Taula 1. Anàlisi de les necessitats dels usuaris dels horts.....	40
Taula 2. Anàlisi funcional.....	43
Taula 3. Proposta de calendari hortícola per als horts de Pujalt.....	59
Taula 4. Pressupost implementació de l'espai (preus amb IVA inclòs).....	60
Taula 5. Pressupost del personal implicat en la preparació i posada en marxa de l'espai, no inclouen IVA ni dietes.....	61
Taula 6. Calendari de les accions previstes per el condicionament i la posada en marxa de l'espai .....	62
Taula 7. Comparativa d'inversions i costos anuals dels tres sistemes de calefacció avaluats ....	70
Taula 8. Comparativa del costos acumulats dels tres sistemes de calefacció avaluats. ....	71
Taula 9. Emissions any del cicle de vida segons el tipus de combustible utilitzat (Font: IDAE) ..	72
Taula 10. Comparativa d'inversions i costos anuals dels tres sistemes de calefacció avaluats. .	74
Taula 11 Comparativa del costos acumulats dels tres sistemes de calefacció avaluats en un escenari pessimista. ....	76
Taula 12. Pressupost de l'estufa Rocket DUO Pro per l'Observatori de Pujalt .....	80
Taula 13 Cronograma d'actuacions per la instal·lació de l'estufa Rocket DUO Pro. ....	81
Taula 14. Característiques del forn Kon TIKI .....	98
Taula 15. Característiques d'un reactor construït amb 3 bidons .....	99
Taula 16. Característiques d'un sistema TLUD .....	100
Taula 17 Característiques d'un sistema RETORT .....	101
Taula 18. Pressupost per a la creació de l'espai d'experimentació incloent dues jornades de formació i demostració. ....	105
Taula 19. Calendari accions espai d'experimentació de producció de biocarbó.....	105
Taula 20. Pressupost per a la creació de l'espai d'experimentació d'aplicació biocarbó en agricultura. ....	112
Taula 21. Calendari accions espai d'aplicació biocarbó a l'agricultura .....	112

Taula 22. Pressupost per a la creació de l'espai d'aplicació biocarbó en ramaderia.....	117
Taula 23. Calendari accions espai d'aplicació biocarbó a la ramaderia. ....	117
Taula 24. Etapes del sistema de tractament recomanat.....	119
Taula 25. Pressupost de l'aplicació del biocarbó pel tractament d'aigua .....	121
Taula 26. Oferta formativa proposada per dur a terme a Pujalt.....	130
Taula 27 Pressupost de les formacions proposades: els imports no inclouen IVA, dietes, desplaçaments, material formatiu ni allotjament. ....	132
Taula 28. Calendari de les formacions proposades .....	135
Taula 29. Pla comunicació: objectius i accions. ....	136
Taula 30. Pressupost per a la creació de l'espai d'experimentació incloent dues jornades de formació i demostració. ....	137

## 1. Resum executiu

Pujalt és un municipi de la comarca de l'Anoia on l'agricultura i la ramaderia juguen un paper central en la seva economia. Les pràctiques agrícoles actuals, caracteritzades per l'ús intensiu de fertilitzants inorgànics i orgànics, les rotacions de pocs cultius, així com l'ús d'insecticides, tenen un important impacte mediambiental a nivell local (contaminació i pèrdua de fertilitat dels sòls, contaminació de les masses d'aigua, males olors i pèrdua de biodiversitat). Pujalt també és un important productor de cereals i, per tant, de palla. Aquesta palla té un valor al mercat de 30-60€/t i els principals usos actuals són la preparació de pinsos i de llits per a granges d'animals.

L'Ajuntament del municipi està interessat en explorar noves aplicacions per valoritzar la palla i, d'aquesta manera, millorar la rendibilitat de les explotacions agrícoles presents al municipi. Al mateix temps, el consistori està interessat en ajudar als agricultors i ramaders del municipi a transitar cap a un model productiu més sostenible que redueixi els seus impactes mediambientals i diversifiqui aquestes importants activitats pel municipi. A més a més, el consistori vol potenciar l'activitat turística per tal de donar més oportunitats als veïns i veïnes i ajudar així a la fixació de població al territori i a la renovació generacional.

Enfront aquest context, el present projecte té com a principals objectius proposar diversos usos per un millor i eficaç aprofitament de la palla que es produeix a Pujalt, així com proposar activitats formatives i divulgatives entorn a la sostenibilitat, la producció ecològica d'aliments i l'economia circular per tal d'atraure visitants, professionals i turistes al municipi i potenciar així el seu teixit turístic i de restauració. En particular, aquest projecte proposa formes d'utilitzar la palla per a una producció més sostenible d'aliments, per calefactar habitatges i edificis, per la construcció d'habitatges i per produir biocarbó (o biochar, com es coneix amb anglès).

L'estructura i principals continguts d'aquest document són els següents: en el capítol 2, es descriuen un conjunt de problemàtiques i reptes als que s'enfronta el municipi de Pujalt, fent especial èmfasi en les problemàtiques econòmiques, mediambientals i socials derivades de les pràctiques agrícoles i la ramaderia industrialitzada. A més a més, en aquest capítol s'assenyalen possibles aplicacions de la palla i s'apunten els potencials beneficis a nivell local que tindria un ús més eficient d'aquest recurs. Així, s'identifica l'oportunitat d'utilitzar la palla per produir biocarbó, una tecnologia que aporta importants beneficis als sòls de conreu com és la millora de la seva estructura, la seva capacitat de retenció d'aigua i de la

seva fertilitat. A més a més, s'identifica l'ús de la palla com a material de construcció i s'exposen les avantatges que aporten els habitatges construïts amb aquest material enfront dels construïts amb materials més convencionals, com és la reducció dels costos de calefacció i refrigeració, un millor aïllament acústic i un cost competitiu de construcció.

En el següent capítol s'exposen les principals conclusions de l'anàlisi feta per determinar si a Pujalt es donen les condicions necessàries per fer un ús eficient i sostenible de la palla. En l'anàlisi que s'ha dut a terme, després de 6 visites a Pujalt i 5 entrevistes amb l'Alcalde i altres persones del municipi, s'arriba a la conclusió de que els agricultors de la zona necessiten referències i formació per facilitar la transició cap a un model de producció més sostenible, que desconeixen els beneficis i els sistemes de producció de biocarbó a partir de la palla i altres restes de biomassa, o que podria ser d'interès investigar si el biocarbó podria millorar la qualitat de les aigües del poble. A més a més, s'identifiquen experiències a Pujalt que mostren que l'ús de la palla com a combustible reporten importants estalvis, de fins al 90% respecte a sistemes que utilitzen gasoil, però que els sistemes utilitzats requereixen molt d'espai, el que limita l'ús de calderes alimentades amb palla en edificis i habitatges amb un ús intensiu de l'espai. També s'indica que l'Ajuntament vol explorar la producció de mòduls de palla per la construcció d'habitatges, però que aquest mercat és avui dia marginal per diferents causes, entre elles el gran desconeixement del públic en general sobre els beneficis de les construccions de palla. Finalment, el diagnòstic realitzat indica que l'Ajuntament vol aprofitar els antics horts de Pujalt per divulgar i educar sobre els usos de la palla per a la producció d'aliments i portar a terme activitats en aquests espais, que avui dia es troben abandonats, i que involucrin a veïns i veïnes, així com a visitants i turistes interessats en l'horticultura ecològica. La principal conclusió de l'anàlisi feta és que seria recomanable crear espais i generar activitats per la divulgació, formació i demostració de diferents aplicacions de la palla per tal de valoritzar aquest recurs i millorar la sostenibilitat econòmica, social i mediambiental de Pujalt.

El capítol quatre descriu la finalitat i objectius del projecte, així com el seu abast. Entre els objectius del projecte destaquen:

- proposar un procés per transformar la palla i convertir-la en un substrat per a la producció de verdures i hortalisses;

- proposar un disseny per a la recuperació dels horts tradicionals de Pujalt i convertir-ho en un espai demostratiu i divulgatiu de producció ecològica d'aliments gràcies a diferents aplicacions de la palla;
- estudiar els possibles avantatges d'utilitzar la palla com a combustible i les tecnologies que ho permetrien;
- proposar el disseny d'un sistema de calefacció que funcioni amb pellet de palla per a un edifici de Pujalt;
- explorar els sistemes de construcció existents que utilitzen la palla i avaluar si seria factible la producció d'elements per a la construcció a Pujalt;
- dissenyar una oferta formativa i divulgativa per a veïns i veïnes, així com per a professionals, visitants i turistes per tal de ajudar a Pujalt a posicionar-se com a referent en sostenibilitat i economia circular.

Al capítol 5 descriu les diferents línies de treball que componen aquest projecte. Així, el apartat 5.1. *Ús de la palla com a substrat de cultiu i recuperació dels horts tradicionals de Pujalt*, es descriu de manera detallada com transformar la palla en un recurs de conreu, amb les possibles aplicacions, i el procés que s'ha de seguir per a que sigui beneficiós i productiu.

Al mateix temps es proposa un disseny dels horts tradicionals de Pujalt seguint els principis de la Permacultura amb l'objectiu de recuperar l'espai per a que sigui productiu i atractiu tant per als locals com per als visitants i els turistes, i es descriu com dur a terme la seva construcció i implementació. L'espai comptarà amb diferents estructures per assegurar la comoditat i usabilitat de les persones beneficiàries: un bany sec, un espai de cultiu amb usos diversos de la palla, amb el conreu de vegetals i hortalisses d'espècies locals i de temporada, un espai dedicat a les activitats formatives i lúdiques, amb taules i bancs, i cobertura de protecció del sol i de la pluja, un hivernacle, compostadores on es generarà compost amb matèria orgànica produïda pel mateix espai, i un lloc tancat on guardar de manera segura eines de treball i pertinences personals.

El apartat 5.2 està dedicat a l'estudi de la palla com a combustible. En aquest capítol es comparen 3 sistemes de calefacció d'habitatges per tal de determinar si l'ús de la palla pot ser competitiu i sostenible. L'estudi realitzat indica que un sistema de calefacció per un espai de 300 m<sup>2</sup> basat en les estufes d'inèrcia tèrmica Rocket DUO Pro, adaptat per poder utilitzar pellet de palla com a combustible, generaria estalvis de fins al 50% en el cost de propietat,

considerant un horitzó temporal de 10 anys, quan es compara amb sistemes alimentats amb gasoil o pellet de fusta. Davant d'aquesta conclusió, l'equip del projecte proposa un disseny i pressupost per construir una estufa Rocket DUO Pro que cobreixi les necessitats de calefacció, aigua calenta sanitària (ACS) i cuina de l'Aula Didàctica de l'Observatori de Pujalt.

El 5.3 es centra en l'ús de la palla com a element de construcció. En particular, es presenta una exploració de les diferents tècniques constructives amb palla, així com dels principals actors implicats en aquesta activitat. Es detalla el sistema de construcció basat en mòduls prefabricats de palla, realitzant un senzill anàlisi econòmic que serveixi d'orientació sobre la viabilitat de produir aquests mòduls de palla a Pujalt per a la seva comercialització.

El 5.4 es centra en el disseny d'un espai formatiu, divulgatiu i formatiu al voltant del biocarbó. En concret s'analitzen quins podrien ser els sistemes de producció de biocarbó més adequats tenint en compte el context i la biomassa disponible i es dissenya un espai per a l'experimentació en l'aplicació del biocarbó en agricultura, ramaderia i depuració d'aigües, ateses les necessitats del territori.

A més a més, s'han dissenyat diferents jornades demostratives i formatives que pretenen dinamitzar aquests espais i que animen i conviden a agricultors, ramaders, habitants del municipi i voltants a descobrir aquesta interessant eina carboni negativa.

L'apartat 5.5 gira al voltant de la formació en diferents tècniques, estratègies i enfoc per la sostenibilitat del medi rural. Es proposen un seguit de propostes formatives adaptades a les necessitats de diferents col·lectius locals i visitants per tal de posar a l'abast de veïns i veïnes, professionals i visitants, eines per tal d'afavorir una transició cap a models de producció i viure més sostenibles. Així, en aquest capítol es descriuen propostes formatives relacionades amb la Permacultura, l'agricultura regenerativa, l'horticultura orgànica i en bales de palla, i altres tècniques i estratègies per tal de donar a conèixer com l'ús de palla i altres recursos (aigua, sòl, etc.) poden ser útils per millorar la sostenibilitat del medi rural.

Per últim, l'apartat 5.6 presenta un pla de comunicació bàsic per tal de donar a conèixer el projecte i les activitats que d'ell se'n deriven.

## 2. Descripció de la necessitat del projecte

### 2.1.1. Reptes i problemes del municipi de Pujalt

El municipi de Pujalt es troba a la comarca de l'Anoia, província de Barcelona, amb una extensió de 31,53 km<sup>2</sup>. El terme municipal es compon de cinc nuclis de població: l'Astor, Conill, la Guàrdia Pilosa, Pujalt i Vilamajor que sumen 203 habitants (cens del 2017).

L'agricultura és la principal activitat econòmica del municipi. Els conreus principals són els cereals de secà, com el blat i l'ordi. La ramaderia també conforma una activitat econòmica rellevant del municipi, on predomina la cria intensiva de porcs, pollastres i conills. Als nuclis de població també existeixen iniciatives relacionades amb el turisme rural, bàsicament cases rurals i restaurants.

Com a conseqüència de les seves activitats econòmiques principals, l'agricultura i la ramaderia, i la seva condició de municipi rural, Pujalt afronta un conjunt de reptes i problemàtiques, entre les que hi destaquen:

1. Canviar les pràctiques agrícoles per reduir la contaminació de les aigües subterrànies, els pous d'abastament d'aigua potable i masses d'aigua superficial, així com per assegurar la sostenibilitat econòmica i mediambiental de les explotacions agrícoles i altres activitats econòmiques presents al municipi. Avui dia, les masses d'aigua de Pujalt, tan subterrànies com superficials, estan en molts casos contaminades amb nitrats i altres productes químics. Aquesta contaminació prové principalment de l'ús intensiu de fertilitzants orgànics (purins i gallinassa) i inorgànics que s'utilitzen per tal de mantenir i assegurar la fertilitat i productivitat d'uns sòls agrícoles. L'activitat agrícola de Pujalt es caracteritza per la seva industrialització, així com la reduïda diversitat dels conreus (es conreen de forma rotativa cereals, mostassa i pèsols) i un ús dels sòls que inclou el llaurat periòdic, amb la conseqüent pèrdua de matèria orgànica (la matèria orgànica present als sòls a les explotacions de Pujalt, segons dades de l'Ajuntament, és inferior al 1% en moltes d'elles. En els millors dels casos, la matèria orgànica va del 1,5% al 2,5%). Aquestes pràctiques tenen, a més dels impactes negatius en les masses d'aigua, altres impactes com són:
  - la reducció de la rendibilitat de les explotacions pels costos dels fertilitzants inorgànics;



- les molèsties al veïnat, visitants i turistes que provoquen les males olors produïdes per l'ús de purins per fertilitzar els sòls;
  - les emissions de gasos amb efecte hivernacle (GEH), derivades de l'ús de fertilitzants inorgànics i d'una gestió ineficient dels sòls agrícoles, que contribueixen a l'escalfament global i
  - la reducció de la biodiversitat a la zona: disminució d'insectes, petits vertebrats i microbiologia edàfica degut a l'ús d'herbicides i d'insecticides.
2. Trobar noves aplicacions i usos dels recursos existents al territori per tal de millorar la sostenibilitat econòmica, social i mediambiental d'activitats claus pel municipi, com són l'agricultura i la ramaderia. Pujalt és un important productor de palla. Actualment, té una producció anual d'unes 5.000 tones de palla. Aquesta palla es ven a un preu que està entre els 30 i 60€/t i les seves aplicacions i usos principalment són per ser utilitzada als llits d'animals de granja i produir pinsos. Trobar usos i aplicacions alternatius i sostenibles de la palla, en àmbits com l'agricultura, la bioconstrucció o la generació de calor, podria revertir positivament als productors de palla, així com permetre reduir emissions de gasos amb efecte hivernacle i costos econòmics de, per exemple, restaurants, edificis públics o productors de pollastres que utilitzen avui dia gas o altres combustibles fòssils per calefactar edificis i naus.
  3. Desenvolupar noves oportunitats econòmiques pels habitants del municipi i potenciar l'activitat turística, per tal d'assegurar la renovació generacional al territori. La població de Pujalt es manté estable entorn als dos-cents habitants des d'inicis del segle XXI, però és una població cada cop més envellida. Per tal de fixar i atraure població al municipi, i facilitar la renovació generacional, cal crear noves i atractives oportunitats econòmiques i vitals. L'economia de Pujalt es basa en activitats i ocupacions relacionades amb l'agricultura i la ramaderia, així com en negocis relacionats amb el turisme rural i la restauració. La diversificació d'activitats econòmiques més enllà de l'agricultura i la ramaderia s'ha produït especialment a les darreres dues dècades i ha sigut una encertada i eficaç estratègia per generar nous ingressos i crear oportunitats per veïns i veïnes del municipi. L'Ajuntament és conscient d'aquesta situació i és per això que vol potenciar l'exploració de noves oportunitats que, aprofitant els recursos i fortaleces del territori, atraguin a nous visitants i turistes, posicionin a Pujalt com un referent dintre del turisme rural, on hi ha una creixent oferta i competència, i que facin més resilients i sostenibles les

activitats econòmiques que es desenvolupen al municipi i faciliten el desenvolupament de noves.

### 2.1.2. La palla, un recurs per millorar la sostenibilitat econòmica, social i mediambiental de Pujalt

Fer la transició d'un model agrícola industrial cap a un altre sostenible i ecològic és un procés complex, però alhora representa una oportunitat per resoldre alguns dels reptes i problemàtiques que té Pujalt, especialment els relacionats amb la contaminació del sòl i l'aigua, així com els relacionats amb el turisme i la competitivitat de les explotacions agrícoles. Aquesta transició necessita d'estratègies, productes i serveis que ajudin als productors a saber com iniciar el procés, com millorar i fomentar la fertilitat dels seus sòls i com explotar de forma sostenible els recursos existents per mantenir i millorar la rendibilitat de les seves explotacions. Exemples d'aquestes estratègies són, per exemple el disseny en línia clau (Yeomans, 1993) o la gestió holística (Savory & Butterfield, 2018). Per una altra banda, Pujalt com a productor important de palla té la possibilitat d'explorar com aquest recurs es pot utilitzar, per exemple, per fer biocarbó i utilitzar-lo per millorar la fertilitat dels seus sòls, així com potenciar el seu ús en horticultura, on la palla pot reduir significativament les necessitats de reg.

El biocarbó (o biochar, en anglès) és una tecnologia que està generant molt d'interès a nivell internacional a mesura que es coneixien els beneficis socials, econòmics i mediambientals que es deriven de la seva producció i ús. Es coneix com biocarbó a la fracció sòlida de la transformació per piròlisi de diferents tipus de biomassa, destinada a ser aplicada al sòl com a esmena orgànica amb la finalitat de segrestar carboni i millorar-ne la fertilitat o bé a ser emprada com a substrat de cultiu alternatiu a la torba i altres productes d'origen forestal com, per exemple, l'escorça tractada (Lehmann, 2015). Entre els beneficis de l'aplicació del biocarbó a l'agricultura destaquen els següents:

- la millora de la productivitat del sòls agrícoles: augmentant la capacitat de retenció d'aigua i nutrients, millorant l'estructura, al temps que potencia la microbiologia dels sòls;
- la reducció de la contaminació del sòls;
- la lluita contra el canvi climàtic gràcies a la fixació estable del carboni present en la biomassa i, a més, redueix les emissions dels GEH dels sòls.

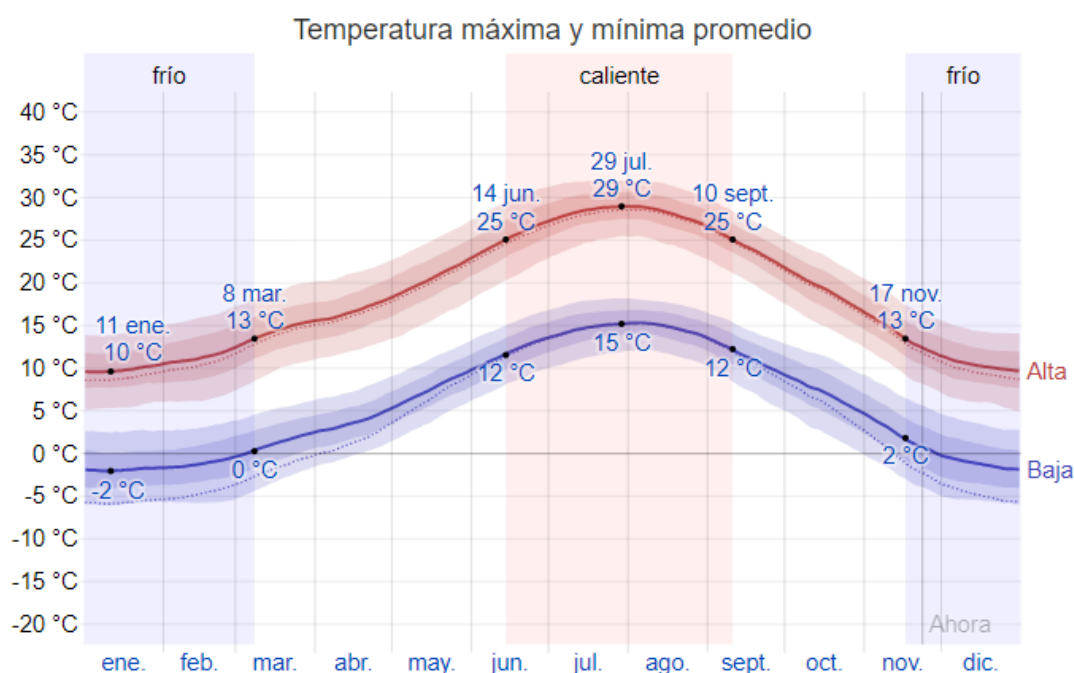
A nivell internacional i a Espanya, hi ha diferents experiències amb la producció de biocarbó a partir de palla i estudis científics recents mostren el seu impacte positiu en la producció de diferents conreus, entre ells els cereals (Olmo Prieto, 2016).

A més a més, la palla s'està utilitzant en diferents països, com per exemple Anglaterra, França i Alemanya per construir tot tipus d'edificacions i habitatges. L'ús de la palla com material de construcció podria reportar beneficis socials, econòmics i mediambientals per Pujalt. Per una banda, podrien aprofitar un recurs local, abundant i respectuós amb el medi ambient per proveir a una tendència en el sector de construcció que demana aquest producte. Per una altra, podria facilitar la construcció de cases i edificacions públiques al municipi amb les següents característiques (Jones, 2015):

- **Sostenibles:** la palla és un recurs natural renovable. El seu ús pot reduir la pressió en l'ús d'altres materials més contaminants i amb impactes mediambientals més negatius. A més més, les edificacions construïdes amb palla poden ser reciclades o compostades al final de la seva vida útil, a diferència del que passa amb altres materials com el ciment. Per últim, la palla requereix una fracció de l'energia que es necessita per produir blocs de ciment (0,91 MJ/kg comparats amb els 4,6-5,6MJ/kg del ciment).
- **Eficients energèticament i amb menys emissions de GEH:** Quasi un 50% de les emissions de gasos amb efecte hivernacle (GEH) produïdes a nivell mundial són generades pel sector de la construcció i el transport associat a ell. Pel contrari, la construcció d'habitatges i edificis amb palla pot reduir les emissions de GEH ja que aquest material retira CO<sub>2</sub> de l'atmosfera i el fixa en una forma estable. A més a més, la construcció amb bales de palla redueix considerablement les necessitats de calefacció o refrigeració dels edificis i això comporta també importants reduccions d'emissions de GEH. D'aquesta forma, construir cases i altres edificis amb palla podria, segons els autors especialitzats en aquesta matèria (veure, per exemple (Jones, 2015), generar una reducció neta d'emissions de GEH i, per tant, tenir una empremta de carbó negativa.
- **Altament aïllades tèrmicament:** la palla proporciona un súper aïllament a un cost molt reduït. Amb parets de 450 mm de gruix, la transferència de calor (valor-U) és de 0,11W/m<sup>2</sup>/K, dues o tres vegades inferior als valors dels materials de construcció contemporanis, i molt més baixos que qualsevol codi o reglament de construcció a nivell mundial.

- **Aïllades acústicament:** les bales de palla són també súper aïllants acústics. De fet, hi ha varis estudis de gravació de música als EEUU i Gales construïts amb palla per aquesta interessant propietat.
- **Amb reduït risc d'incendis:** un cop arrebossades i cobertes, les bales de palla presenten un risc d'incendi menor a altres materials de construcció com la fusta.
- **Econòmicament assequibles:** les bales de palla tenen un cost molt reduït comparat amb altres materials de construcció. Al mateix temps, les bales de palla són un material de manipulació relativament senzilla, cosa que fomenta o facilita la auto-construcció. Així, una casa auto construïda amb palla de 80 m<sup>2</sup> de superfície pot tenir un cost molt assequible, inferior als 60.000 €.

Per últim, la palla transformada en pellet o en bales s'està utilitzant per calefactar naus industrials i granges (Roda maquinaria, 2019). Per tant, la palla podria ser una oportunitat més per reduir la despesa energètica i les emissions relacionades amb la calefacció de diferents espais a Pujalt, una població on la temperatura mínima als hiverns ronda els 0°C durant 4 mesos.



Il·lustració 1. Temperatures mitges de Pujalt (Font: (Weather Spark, 2019))

Com s'ha apuntat en aquest apartat, la palla pot ser un recurs molt valuós per millorar la sostenibilitat del medi rural i ajudar a Pujalt a superar les problemàtiques i reptes descrits anteriorment. L'equip d'aquest projecte, abans de proposar solucions concretes de com la

palla podria ser utilitzada a Pujalt, ha desenvolupat un diagnòstic per determinar si a Pujalt es donen les condicions necessàries per utilitzar aquest recurs de forma eficient i sostenible per tal de facilitar una transició d'una agricultura industrial a una de més sostenible; per utilitzar la palla com a material de construcció; i per a l'utilització de la palla com a combustible per calefactar diferents espais. A continuació, s'indiquen les principals conclusions obtingudes de la recerca feta, de les converses mantingudes amb l'alcalde i veïnat, i les observacions de l'equip sobre el terreny.

### 3. Diagnosi del territori

Aquests són els principals resultats del diagnòstic<sup>1</sup> elaborat per determinar si a Pujalt i al seu entorn es donen les condicions necessàries per l'aprofitament de la palla en aplicacions relacionades amb l'agricultura, la bioconstrucció i la producció de calor:

- A Pujalt el 67% dels 31,72 km<sup>2</sup> que ocupa el terme municipal es destinen a l'agricultura. Existeixen 42 explotacions agrícoles i 26 ramaderes. Dins del municipi no existeix cap explotació agrícola que produeixi, parcial o totalment, cereals o altres conreus seguint pràctiques ecològiques, malgrat l'increment de demanda de productes provinents d'aquest tipus de cultiu. Les causes que expliquen aquesta situació són múltiples i complexes. Entre elles destaquen el desconeixement de tècniques de producció ecològica i sostenible, la falta de referents al territori i una forta pressió del mercat per reduir costos i maximitzar la producció.



Il·lustració 2. Vista d'un camp de conreu al municipi de Pujalt. Al fons, vista dels aerogeneradors instal·lats al municipi

- Els agricultors de Pujalt, com la majoria dels agricultors catalans i espanyols, desconeixen el biocarbó, com es produeix i els seus beneficis com a encenall als sòls agrícoles. Aquest desconeixement es deu a la falta de referències de l'ús d'aquesta tecnologia a la Península i, especialment, en el conreu de cereals.
- Les aigües superficials de Pujalt estan totes contaminades per nitrats procedents de l'activitat agrícola i ramadera. A més a més, dels dos pous que s'utilitzen pel

---

<sup>1</sup> A l'annex 1 s'indica la relació d'activitats (visites, reunions i entrevistes) que s'han realitzat per portar a terme el diagnòstic.

proveïment d'aigua potable al municipi, un d'ells presenta entre 50-70 parts per milió de nitrats, quan el màxim autoritzat és de 25. Els nivells de nitrats de l'altre pou estan per sota del límit, però s'observa un increment progressiu en els darrers anys, amb el que es posa en risc el futur proveïment d'aigua potable. El biocarbó produït a partir de palla podria ser una solució per aquesta problemàtica ja que, a més de millorar l'estructura dels sòls agrícoles, té el potencial de millorar la fertilitat dels sòls i, per tant, de reduir la necessitat de fertilitzants nitrogenats. Així, el biocarbó podria ajudar a reduir la lixiviació de nitrats procedents dels purins i dels fertilitzants inorgànics, millorant la qualitat de les aigües subterrànies i superficials de Pujalt. També cal destacar que es necessiten dur a terme proves de producció de biocarbó amb palla, per estudiar el rendiment d'aquest procés, així com investigacions científiques per caracteritzar aquest producte i mesurar el seu impacte en la producció de cereals a Catalunya i la contaminació per nitrats.

- A Pujalt hi ha un restaurant, La Pedra, que utilitza un sistema de calefacció alimentat amb bales de palla. Així mateix, dues explotacions de producció de pollastres utilitzen un sistema similar per calefactar les granges. En tots els casos, els propietaris d'aquestes instal·lacions expressen la seva satisfacció amb aquests sistemes perquè els ha permès reduir considerablement la despesa energètica i, per tant, millorar la sostenibilitat econòmica dels seus negocis<sup>2</sup>. Per una altra banda, no s'ha identificat cap habitatge o edifici públic que utilitzi la palla com a combustible per calefactar. Una raó que podria explicar aquesta situació és l'espai que ocupen tant les calderes alimentades amb palla com les mateixes bales, cosa que dificulta el seu ús en edificis i construcció a espais reduïts.

---

<sup>2</sup> Per entendre l'estalvi aconseguit amb les calderes de palla, comentar que aquest restaurant està consumint unes 115 bales de palla a l'any, de 240 kg cadascuna, en una caldera de 110 kW de potencia nominal per escalfar 1.000 m<sup>2</sup>, segons documentació aportada per Ramón Ribera, propietari de l'empresa ACR Ecocalderes, que dissenya, construeix i instal·la aquest model de calderes de palla. Això suposa un cost de 1.150 €/any en combustible per la calefacció. El mateix espai calefactat consumia al 2010 gasoil amb un cost anual de 12.000€.





Il·lustració 3. Imatges de la caldera ACR Ecocalderas instal·lada al restaurant la Pedra



Il·lustració 4. Personal del restaurant La Pedra de Pujalt mostrant a l'equip del projecte la caldera de palla que tenen instal·lada, dissenyada i construïda per ACR Ecocalderas



- L'Ajuntament està estudiant, des de 2018, i amb la col·laboració de l'empresa Eco-cocon (Eco cocon, 2019), si seria viable i rendible produir mòduls de palla a Pujalt per la construcció d'habitatges i edificis<sup>3</sup>. Cal destacar que el mercat de cases de palla a Catalunya i Espanya, encara que en augment en els últims anys, és encara molt reduït. Les causes que expliquen aquesta situació són diverses: desconeixement del públic en general d'aquest material com element constructiu, per les percepcions negatives i errònies que el públic té sobre aquest tipus d'habitatges, la falta de professionals que treballin amb aquest material i un marc legal que no sempre facilita dur a terme projectes d'habitatges construïts amb palla. Així, per tal de facilitar la viabilitat d'una possible fabricació de mòduls de construcció de palla, cal fer una important tasca d'educació i divulgació entre el públic en general dels beneficis de la construcció amb palla, així com de formació de professionals i particulars per tal de que puguin utilitzar aquest material de forma segura i eficaç per a la construcció d'habitatges i edificis.
- L'Ajuntament té interès en la recuperació dels antics horts tradicionals del municipi. Aquests espais estan avui dia abandonats i situats fora dels nuclis urbans de Pujalt. Donada la seva ubicació, així com les elevades temperatures (mitjanes superiors als 30°C) i escassa pluviometria en la zona en els mesos de juny, juliol i principis d'agost, caldrien buscar estratègies que permetin reduir al màxim el manteniment i la necessitat d'aigua dels diferents cultius, per tal d'assegurar la seva viabilitat.

---

<sup>3</sup> La situació d'aquesta col·laboració s'explica en el capítol dedicat a l'ús de la palla per a la construcció.



Il·lustració 5. Vista dels horts tradicionals de Pujalt (espai limitat pel mur de pedra) que l'Ajuntament voldria recuperar

- Per últim, destacar que l'activitat turística al municipi es centra, fonamentalment, en els caps de setmana i en els períodes de vacances (Setmana Santa i estiu). L'Ajuntament està interessat en potenciar aquesta activitat i atraure visitants i turistes en dates de baixa ocupació per tal de mantenir una activitat més estable durant tot l'any. Per aconseguir aquest objectiu caldria crear propostes basades en els atractius i recursos del poble.

Els resultats del diagnòstic dut a terme a Pujalt indiquen que no es donen les condicions necessàries, ni locals ni en l'entorn, per fer un ús sostenible i eficient de la palla en aplicacions relacionades amb l'agricultura, la construcció i la producció de calor a partir d'aquest recurs. Les conclusions que obté l'equip d'aquest projecte són que manquen referents, casos d'èxit, investigació i experimentació en l'ús de la palla per produir biocarbó i utilitzar aquesta tecnologia per millorar els sòls agrícoles. De la mateixa manera, cal formació, divulgació, educació i canvis legals en voltant de la construcció amb palla per tal d'ajudar al desenvolupament d'aquest mercat. Per una altra banda, cal destacar que la palla podria ser utilitzada per facilitar el manteniment dels horts que l'Ajuntament planeja recuperar, gracies a les seves propietats aïllants i a la seva capacitat de servir com a substrat per diferents cultius. Per últim, el diagnòstic mostra com la palla s'utilitza amb èxit com a combustible per calefactar determinats edificis i naus on l'espai no és un problema. No succeeix el mateix en habitatges, edificis municipals o cases rurals, on la falta de tecnologies

adaptades a aquests espais, de dimensions més reduïdes, dificulta el seu ús. Cal, per tant, explorar alternatives a les tecnologies utilitzades avui dia al municipi per potenciar l'ús de la palla com a combustible per la calefacció i aconseguir així reduir l'impacte econòmic i mediambiental d'aquest servei.

## 4. Descripció del projecte

### 4.1. Finalitat del projecte

La finalitat del projecte és millorar la sostenibilitat econòmica, social i mediambiental d'activitats econòmiques fonamentals pel municipi de Pujalt, com són l'agricultura, la ramaderia i el turisme. Per aconseguir aquesta finalitat, el present projecte proposa solucions, estratègies i un conjunt d'activitats destinades a empoderar i donar referents als agricultors, ramaders, veïns i veïnes de Pujalt, així com als seus visitants.

### 4.2. Objectius generals i específics del projecte

L'objectiu general del present projecte és doble:

1. Crear les condicions necessàries per a l'aprofitament sostenible i eficient dels recursos existents a Pujalt i, especialment de la palla per tal de propiciar una transició cap a la sostenibilitat i l'economia circular en aquest municipi. En concret, aquest projecte pretén proposar usos i aplicacions de la palla, i altres recursos existents a Pujalt, per millorar la sostenibilitat econòmica, social i mediambiental de les activitats agrícoles desenvolupades al municipi, de les explotacions ramaderes i dels sistemes de calefacció.
2. Atraure visitants i turistes interessats en la sostenibilitat del medi rural i formes de vida alternatives al municipi per tal de dinamitzar i reforçar l'activitat turística i de restauració que es pretén desenvolupar a Pujalt.

Per facilitar la consecució de l'objectiu general, aquest s'ha estructurat en un seguit d'objectius específics que es detallen a continuació:

1. Presentar un procés de com utilitzar de forma eficient la palla per facilitar la producció de verdures i hortalisses;
2. proposar un disseny dels horts tradicionals de Pujalt per la seva recuperació i creació d'un espai formatiu i demostratiu de producció d'aliments i d'usos de la palla en l'horticultura;
3. avaluar la viabilitat econòmica, tecnològica i mediambiental d'utilitzar sistemes per calefactar habitatges o edificis utilitzant com a combustible la palla;

4. proposar un disseny i un pla de treball per a la construcció i posada en marxa d'un sistema de calefacció que utilitzi la palla com a combustible per a un edifici de Pujalt;
5. explorar les tècniques de construcció d'habitatges i edificis amb palla, explicar el sistema de construcció amb mòduls de palla i donar una orientació de què condicions mínimes es tindrien que donar perquè sigui rendible construir una planta de producció de mòduls de palla a Pujalt;
6. dissenyar i proposar un pla de treball per implementar un espai demostratiu, formatiu i de divulgació de la producció i aplicacions del biocarbó en l'agricultura, la ramaderia i la depuració d'aigua;
7. Dissenyar una oferta formativa orientada a donar recursos, exemples i referents als agricultors, ramaders i veïnat, així com a visitants, turistes i professionals del món de la construcció, i de com utilitzar els recursos locals per millorar la sostenibilitat de l'entorn de Pujalt i les seves activitats econòmiques principals;
8. Presentar un pla de comunicació bàsic per tal de donar a conèixer el projecte i les activitats que d'ell se'n deriven.

### 4.3. Abast del projecte

El present projecte explora oportunitats i presenta propostes i dissenys per afrontar diferents problemàtiques que pateix el municipi de Pujalt a partir de l'experiència de l'equip del projecte i de la recerca duta a terme (recerca bibliogràfica, visites, entrevistes, converses amb experts en calderes...). L'abast d'aquest projecte inclou i exclou el següent:

- El disseny dels elements i subsistemes que formaran part dels horts tradicionals de Pujalt per tal de convertir-los en un espai productiu, demostratiu i formatiu. No s'inclouen en aquest projecte els treballs necessaris de condicionament dels accessos, ni de neteja dels horts.
- Una comparativa entre sistemes de calefacció més o menys habituals en un habitatge rural, com són les calderes de gasoil i de pellets de fusta, amb un sistema alternatiu i poc conegut com és l'estufa d'inèrcia tèrmica Rocket. L'elecció d'aquesta última opció es basa en l'eficiència d'aquests sistemes i en la seva capacitat de funcionar amb diferents biomasses (llenya, estelles de fusta i pellet de fusta). No

s'inclou en aquest projecte l'anàlisi d'altres opcions per la calefacció, com podrien ser les calderes de gas o la geotèrmia.

- La proposta d'un sistema de calefacció que utilitza la palla com a combustible es fa per un edifici de Pujalt i, concretament, per una de les aules de l'Observatori d'aquest municipi. El disseny inclou tot allò referent a la caldera i els sistemes necessaris per connectar-se amb el circuit d'aigua calenta sanitària (ACS). No s'inclou en la proposta els elements i sistemes d'ACS.
- En relació a la construcció amb palla, en aquest projecte es dona una visió bàsica dels sistemes constructius existents que utilitzen aquest recurs i s'indiquen, de forma molt preliminar, les condicions necessàries perquè la fabricació de mòduls de palla a Pujalt sigui viable. No s'inclou a l'abast d'aquest projecte la realització d'un *business case* complet per determinar quina seria l'inversió, el retorn de la inversió i la rendibilitat d'aquest projecte per la seva complexitat i extensió.
- En relació a l'espai demostratiu i de formació de biochar, el projecte inclou l'estudi i avaluació de sistemes de producció de baix cost, que poden operar a l'exterior. No es contemplen altres sistemes més sofisticats i cars perquè l'objectiu que es busca amb aquest espai és el de donar a conèixer què és el biochar, quin són els seus beneficis i com es produeix, així com estudiar la qualitat del biochar produït a partir de palla. A més a més, el projecte inclou propostes per a l'aplicació i experimentació amb el biochar en l'agricultura, la ramaderia i la depuració d'aigua.
- La línia de formació inclou propostes formatives relacionades amb la permacultura i un seguit d'estratègies i tècniques relacionades amb el disseny de sistemes sostenibles i, especialment, de sistemes productius agrícoles, ramaders, d'habitatges i sistemes de calefacció. La proposta va dirigida a diferents perfils i col·lectius per tal d'involucrar tant als habitants de Pujalt, com per atraure a visitants i turistes interessats en les diferents temàtiques que s'ofereixen. L'abast inclou la definició dels continguts de cada formació i un calendari anual d'execució de les diferents ofertes.



## 5. Descripció de les línies de treball

### 5.1. Ús de la palla com a substrat de cultiu i recuperació dels horts tradicionals de Pujalt

#### 5.1.1. La palla com a substrat de cultiu

El mètode de cultiu en una bala de palla és molt senzill, al mateix temps que és molt respectuós amb el medi ambient i eficaç quant a recuperació dels sòls. Quan la bala de palla haurà acabat el seu rol de substrat, tindrem una bala descomposta i rica en matèria orgànica, que anirà enriquint el sòl, i afavorint així, la seva regeneració.

L'empacat i la grandària d'una bala de palla d'aproximadament 100 cm x 50 cm x 40 cm facilita, d'una banda el seu desplaçament a les zones de cultiu, sense que s'alteri la seva forma, i de l'altra banda permet dissenyar un hort concorde a la necessitat de cada usuari en termes d'espai disponible i altura, doncs al cultivar en una bala de palla tenim un bancal elevat, la qual cosa permet la seva accessibilitat i maneig per part de persones majors o amb diferents discapacitats físiques.

El procés d'acondicionament d'una bala de palla perquè es transformi en substrat de cultiu ideat per Joel Karsten (Karsten, 2014), dura aproximadament dues setmanes, amb la qual cosa, en un període variable d'entre 11 i 18 dies, tindrem un substrat ric i fèrtil en el qual conrear, i que a més reuneix totes les característiques principals que ha de tenir un bon substrat.

Per tant, conrear en una bala de palla ens permet conrear en un terreny encara que aquest sigui problemàtic, i/o no tingui les condicions específiques (fertilitat i nutrients) adequades per a ser conreat amb èxit: de manera que ens permet conrear i, al mateix temps, regenerar un sòl empobrit.

Amb tècniques molt senzilles i de baix cost, un cultiu en bala de palla permet construir un sistema d'estructures de protecció davant inclemències atmosfèriques, basat en cobertures tipus hivernacle.

Finalment, seguint les indicacions detallades més endavant, el cultiu en bala de palla permet acoblar sistemes senzills per al correcte desenvolupament d'aquelles plantes amb tendència a créixer molt en altura com els tomàquets i amplària com els carbassons, o bé enfiladisses com la carabassa.



### *Característiques d'una bala de palla acondicionada per al cultiu*

La bala de palla, en el seu interior, presenta una consistència solta i airejada, i rica en compost (després del seu acondicionament), la qual cosa afavoreix la respiració i el desenvolupament de les arrels, en particular per a aquelles plantes (vegeu les cebes) que necessiten un sòl solt i airejat.

A més a més, la palla de les bales, té la forma d'unes estelles buides en el seu interior: això afavoreix la retenció de la humitat, i, per tant, redueix la necessitat de reg.

La grandària de la bala de palla, i les seves característiques intrínseques, permeten conrear no sols en la part superior, sinó també en els laterals, permetent aprofitar més l'espai del qual disposem, i incorporar els denominats cultius verticals. Seguint el mateix principi, en el mateix espai, podem conrear hortalisses en la part superior, i aromàtiques als laterals, per exemple, i d'aquesta forma tindrem un cultiu productiu i al mateix temps estarem atraient fauna auxiliar com ara depredadors de plagues, pol·linitzadors, etc.

El cultiu en bala de palla és lliure de plantes adventícies, també denominades males herbes, amb la qual cosa es redueix el treball d'extracció o tractament per a evitar que competeixin amb el nostre cultiu.

Les bales en descomposició creen "terra nova" per a l'ús de les plantes, per tant no contenen malalties o insectes transmesos per la terra: alguns cultius que poden ser particularment sensibles a malalties transmeses pel sòl, es desenvolupen de manera més fàcil i productiva en un substrat de bala de palla.

Així mateix, utilitzant nutrients en forma d'abonaments o complements minerals orgànics, obtenim plantes conreades amb mètodes ecològics.

La bala de palla, durant el procés de descomposició, genera calor: això facilita el desenvolupament de les llavors en la seva fase inicial, la qual cosa ens permet conrear productes de temporada abans de l'habitual.

Al final de la seva vida útil, la bala de palla perd el seu color groc, i la seva consistència: s'anirà descomponent, i reduint la seva grandària. Arribats a aquest moment, es converteix de manera natural en una base per a la incorporació d'una nova bala, i, al mateix temps, està contribuint a la formació d'un sòl ric en matèria orgànica.

### *Procés d'acondicionament d'una bala de palla per al cultiu*

La bala de palla de per sí no conté els nutrients necessaris per aconseguir que una planta creixi i es desenvolupi de manera satisfactòria. La palla només seria, en el que s'entén com

a substrat de cultiu, la fracció seca o carboni, per tant necessitem enriquir-la a través d'abonament ric en nitrogen, i seguir un procés de descomposició amb aportació d'aigua.

#### *Característiques de la bala de palla abans del seu acondicionament i recomanacions prèvies*

- Dimensions aproximades: 100 cm x 50 cm x 40 cm;
- pes en sec aproximat: 18 Kg;
- bales lliures de llavors tant com sigui possible;
- ales que no han rebut humitat des de la seva recollida fins al seu emmagatzematge;
- bales que mantenen la seva forma d'embalat i les cordes plàstiques que la subjecten han d'estar inalterades;
- orientació nord a sud de les bales en l'espai de cultiu;
- el lateral més estret (40 cm) recolzat en el sòl, el lateral més ample queda en els laterals.

#### *Aportació d'aigua*

Utilitzem aigua de la font i a temperatura tèbia, i ens assegurem que hi hagi un drenatge que permeti la sortida dels excessos de l'aigua al llarg del procés.

Utilitzem regadores amb filtre perforades per a garantir que totes les superfícies reben la mateixa quantitat d'aigua, i evitem d'aquesta forma els excessos.

#### *Aportació de nitrogenats*

Utilitzem fems diferents, combinant compost madur i compost de gallinassa, tots dos ecològics, de cara al fet que el substrat i els productes que se'n derivin siguin també de categoria ecològica.

#### *Metodologia*

##### **Dia 1**

Aportació de nitrogenats:

Utilitzem tres tasses grans (900 g) de gallinassa i/o compost madur, per cada bala, empolvorant tota la superfície de la bala.

Xopem les bales amb aigua, fins que totes les seves parts estiguin mullades.

## **Dia 2**

Tornem a regar les bales fins que estiguin entollades.

## **Dia 3**

Empolvorem la mateixa quantitat de nitrogenats que en dia 1. Tornem a regar seguint la mateixa tècnica.

## **Dia 4**

Reguem les bales usant 4,5 litres d'aigua per cada bala.

## **Dia 5**

Empolvorem la mateixa quantitat de nitrogenats que en el dia 1. Tornem a regar seguint la mateixa tècnica.

## **Dia 6**

La bala comença a pujar la seva temperatura, la qual cosa indica que els bacteris estan començant a fer la seva funció de descomposició. Aportem aigua temperada.

## **Dies 7, 8 i 9**

Aportem 1 tassa i  $\frac{1}{2}$  (450 g) d'abonament orgànic per cada bala, i reguem amb aigua temperada fins a xopar-les.

## **Dia 10**

Aportem abonament ric en fòsfor i potassi. Observem esquerdes en les bales, creades a partir del reg: les omplim aportant més palla. Observem també l'aparició de bolets, indicadors dels primers organismes.

## **Del dia 10 al 18**

Deixem reposar les bales sense aportació de nutrients ni aigua. En aquests dies les bales es transformen en un substrat calent i ric en nutrients.

**A partir del dia 18 iniciem la sembra.**

### 5.1.2. Els horts tradicionals de Pujalts

Els anomenats horts tradicionals de Pujalt es troben a una zona distant 1,8 km del nucli urbà de Pujalt.



Il·lustració 6. Vista satel·litari dels horts tradicionals de Pujalt (41°43'31.5N 1° 25' 42.9"E)

#### *Característiques de l'espai*

Els horts municipals de Pujalt ocupen una superfície d'aproximadament 250 m<sup>2</sup>, tancada per un mur de pedra seca al seu voltant. A l'entrada principal trobem un safareig i una font principal d'aigua.



Il·lustració 7. Recinte dels Horts tradicionals de Pujalt i ubicació del safareig

### *Climatologia de la zona*

Ens trobem a una zona amb característiques geogràfiques de grans contrastes climàtics: els estius són curts, càlids i secs, mentre que els hiverns són llargs, freds i secs: les temperatures varien des d'un mínim de -3°C a un màxim de 32°C. A l'hivern, entre el gener i principis del març, la zona es caracteritza per dies de boira intensa.

### *Història i ús tradicional de l'espai*

Els Horts tradicionals de Pujalt i la seva història, remunten a l'economia agrària típica de la Catalunya del segle XVIII i principis del segle XIX.

Antigament, aquests horts complien la funció de **centre social**: per una banda s'hi trobaven les dones per rentar la roba amb els nens petits de la família, però al mateix temps també els avis i les avies i els joves, que ajudaven als traginers amb els animals de càrrega, que feien servir la font com a recurs d'aigua per als seus animals.

Els horts estaven protegits per murs de pedra seca típica de la zona, per evitar l'accés a animals salvatges o lladres.

A partir del naixement de la República, molts joves de la zona entren a formar part de les milícies, i a més, a Pujalt, es crea una zona d'ensinistrament: els joves deixen de col·laborar amb les tasques agrícoles. Els horts poc a poc s'abandonen, i aquesta situació es perllonga fins als anys '50 i '60, quan arriba el plantejament agrícola basat en mètodes intensius de monocultius, l'ús de maquinaria agrícola i fertilitzants agrícoles de procedència de les grans indústries químiques interessades en trobar un ús alternatiu als nitrats que abans feien servir per a la elaboració dels explosius.

Aquest va ser el cop definitiu del sistema de cultiu tradicional, i que explica l'abandonament dels horts tradicionals de Pujalt, juntament amb l'impossibilitat d'utilitzar l'aigua, que finalment ha acabat sent contaminada pels nitrogenats.

Els horts tradicionals de Pujalt representen un espai de gran valor històric i social del municipi, que l'ajuntament es proposa recuperar per tornar-los el valor social que tenien fins al segle passat, i que tornin a ser, al mateix temps, espai de cultiu i de producció sostenible de vegetals i hortalisses amb espai de trobada i espai demostratiu de tècniques de cultiu amb diversos usos de la palla.

### 5.1.3. Proposta de recuperació dels Horts tradicionals de Pujalt

L'**objectiu general** d'aquesta línia de treball és:

- 1 Dissenyar un espai demostratiu, formatiu i experimental al voltant dels horts tradicionals de Pujalt.

Per portar a terme aquest objectiu, es defineixen **tres objectius específics**<sup>4</sup>:

- 1 Identificar i proposar usos diversos de la palla per a la producció sostenible de vegetals i hortalisses;
- 2 proposar l'ús de l'espai i dels equipaments necessaris per al cultiu de vegetals i hortalisses;
- 3 proposar un calendari de sembra de vegetals i hortalisses adaptades al context dels horts de Pujalt.

#### *Les persones usuàries*

Les accions previstes per a desenvolupar aquesta línia de treball van dirigides a tres tipologies de persones usuàries:

- 1 Usuari promotor: l'Ajuntament de Pujalt;
- 2 persones formadores i dinamitzadores de les jornades formatives i de les activitats previstes (detalls a l'Annex 5);
- 3 les persones locals, els visitants i les persones beneficiàries de les formacions i de les activitats previstes.

---

<sup>4</sup> Queda exclòs d'aquesta línia de treball la rehabilitació dels murs de pedra seca que es preveu dintre del marc de formació (detalls al Punt 5 Bioconstrucció de la Línia de formació)

### *Anàlisi de les necessitats*

Pel desenvolupament del disseny i de les activitats, partim del següent anàlisi de les necessitats dels diferents usuaris:

Persones Usuàries	Necessitats
Ajuntament	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Desitja comptar amb un espai que inspire i motivi a les persones visitants i a les veïnes a la participació i a la cura dels horts tradicionals;</li><li>○ necessita donar a conèixer com la palla pot esdevenir un recurs valuós per a la creació i la manutenció d'un hort;</li><li>○ desitja que l'espai requereixi una demanda baixa i/o mínima de manutenció;</li><li>○ necessita que hi hagi una gestió i un tractament sostenible del rebuig generat a l'hort;</li><li>○ necessita que hi hagi una exposició permanent a l'espai, que expliqui i doni a conèixer la història dels horts tradicionals de Pujalt i el projecte que s'està desenvolupant.</li></ul>

Persones Usuàries	Necessitats
Persones formadores i dinamitzadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Necessiten d'un espai on es puguin impartir classes pràctiques i teòriques i que estigui protegit de les adversitats meteorològiques (pluges, sol d'estiu, etc.);</li> <li>○ necessiten comptar amb material formatiu i un lloc segur on guardar-lo;</li> <li>○ necessiten comptar amb un espai demostratiu d'aplicació pràctica dels continguts dels cursos;</li> <li>○ necessiten comptar amb un espai d'higiene personal;</li> </ul>
Persones visitants i locals	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ necessiten d'un espai per l'oci i el descans;</li> <li>○ la gent gran necessita poder accedir als llocs de cultius per a sembrar i cultivar sense fer esforços i sense necessitat d'ajupir-se;</li> <li>○ les nenes i els nens necessiten poder interactuar amb les plantes a través d'estructures ajustades a la seva alçada;</li> <li>○ necessiten d'un espai on poder guardar de manera segura eines i pertinències personals;</li> <li>○ necessiten poder reciclar el rebuig que es generi a l'hort;</li> <li>○ necessiten d'un espai dedicat a la higiene personal.</li> </ul>

Taula 1. Anàlisi de les necessitats dels usuaris dels horts



### *Requisits del disseny*

La proposta de l'equip de recuperació dels Horts municipals de Pujalt parteix de l'anàlisi dels següents requisits:

- Espai atractiu estèticament i útil per a totes les persones usuàries;
- utilització de la palla per a usos i aplicacions diversos dins de l'espai;
- necessitat de manteniment mínim que no necessiti més d'una visita d'una persona a la setmana;
- ús de materials naturals i resistents a condicions climàtiques adverses;
- facilitat d'emmagatzematge, separació i retirada del rebuig inorgànic;
- zona coberta i acondicionada perquè grups d'entre 10 i 12 persones puguin seure i protegir-se, en el cas de pluja o fred a l'hivern, i durant les hores més càlides del dia, en el període estiuenc;
- estructura tancada, on guardar de manera segura, el material formatiu i pertinències personals;
- bany que no requereixi d'aigua sanitària per el seu funcionament;
- dipòsit per emmagatzemar la quantitat d'aigua necessària per assegurar el reg dels vegetals en cas de que no hi hagi aigua a la font propera als horts;
- dipòsit per emmagatzemar i compostar 24 metres cúbics de rebuig orgànic;
- facilitat de tractament i recollida, per separat, del rebuig inorgànic.

### Anàlisi funcional

Al sistema principal del nostre disseny, que és l'hort, identifiquem els següents subsistemes i les funcions associades:

Subsistemes	Funcions
Compostatge	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Emmagatzemar rebuig orgànic;</li><li>○ facilitar l'accés i gestió del rebuig;</li><li>○ protegir del sol i de la pluja;</li><li>○ protegir de possibles accions d'animals.</li></ul>
Sistema d'aigua	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Impulsar i distribuir aigua entre els diferents cultius;</li><li>○ recollir l'aigua de pluja;</li><li>○ emmagatzemar aigua.</li></ul>
Magatzem d'eines i pertinències	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Protegir les pertinències dels usuaris;</li><li>○ emmagatzemar eines;</li><li>○ protegir de la pluja.</li></ul>
Espai d'oci i descans	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Proporcionar el descans dels diferents usuaris i amb protecció de la pluja i o del sol;</li><li>○ proporcionar un espai que promogui la interacció de les persones i serveixi com a menjador.</li></ul>
Espai de cultiu	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Oferir un substrat on sembrar i cultivar vegetals i hortalisses;</li><li>○ mantenir la humitat, fomentar la fertilitat i promoure la vida bacteriana del sòl;</li><li>○ facilitar el desplaçament de les persones entre les plantes i el treball amb les plantes.</li></ul>

Subsistemes	Funcions
Rebuig inorgànic	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Emmagatzemar rebuig inorgànic;</li> <li>○ facilitar la separació del rebuig inorgànic segons el tipus;</li> <li>○ permetre l'accés i la gestió del rebuig;</li> <li>○ protegir de la pluja i el vent.</li> </ul>
Bany	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Proporcionar confort a les persones usuàries;</li> <li>○ emmagatzemar excrements humans sòlids de manera sostenible;</li> <li>○ permetre l'accés i gestió còmoda dels excrements.</li> </ul>
Hivernacle	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reproduir plantes;</li> <li>○ protegir i cultivar el planter.</li> </ul>

Taula 2. Anàlisi funcional

*Anàlisi de les alternatives per cobrir les especificacions i funcionalitats dels horts, i corresponent disseny de cada subsistema*

**Compostatge:**

La zona de compostatge és imprescindible en el sistema de l'hort per a convertir tots els rebuigs orgànics (restes de menjar, restes de poda, restes de l'hort, etc.) en compost que farem servir d'una banda, per a enriquir i fertilitzar el sòl, i per una altra banda, per a acondicionar les bales de palla que volem fer servir com a substrat de conreu.

Característiques de la compostadores:

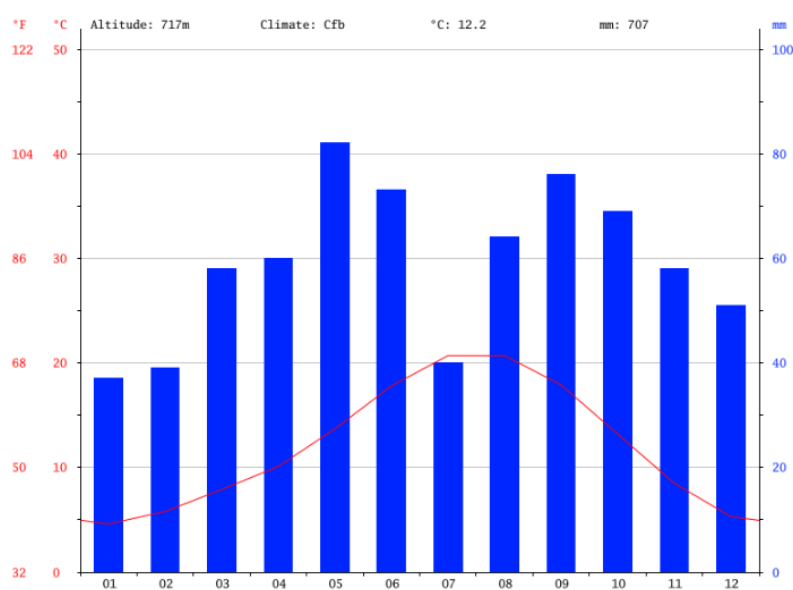
- Comptarem amb tres compostadores amb capacitat per a emmagatzemar 4m<sup>3</sup> de material orgànic cadascuna;
- construïm un contenidor de 2m x 2m x 1m amb una estructura formada aprofitant, d'una banda, el mur de pedra seca que ja existeix a l'espai (dos parets del primer contenidor), i de l'altra posarem dos parets de bales de palla, quatre bales per cada paret;
- les següents dues compostadores tindran una paret formada pel mur de pedra seca, i les altres tres parets, formades per bales de palla, tal i com s'ha descrit al punt anterior;
- col·loquem els contenidors al llarg del mur sud-oest de l'espai que, per les seves característiques intrínseques, protegeix les estructures dels rajos del sol;
- col·loquem una lona de plàstic a la part alta del contenidor per a protegir-lo de les pluges.



Il·lustració 8. Exemple de compostadora de camp

### Subsistema d'Aigua:

#### Pluviometria i estudi: recollida d'aigua de pluja



Il·lustració 9. Climograma Pujalt<sup>5</sup>

L'equip de treball preveu muntar una estructura de 15,36 m<sup>2</sup> a l'espai d'oci i activitats, amb un sistema de recollida d'aigua de pluja, del que s'estima una recollida d'un màxim<sup>6</sup> de 1259,52 litres/mes.

<sup>5</sup> <https://es.climate-data.org/europe/espana/cataluna/pujalt-662535/>

<sup>6</sup> Estudi realitzat a partir del mes més plujós de l'any (Maig: 82 mm)

Seguint el mateix procés, amb el sostre de l'estructura del bany sec (uns 20m<sup>2</sup>) es preveu recollir de mitjana uns 1640 litres/mes d'aigua de pluja.

#### Necessitat d'aigua<sup>7</sup>

Partint de les següents dades:

**ETP** (evapo-transpiracions) = 4,5 l/m<sup>2</sup> i dia

**KC** (coeficient de cultiu) = 0,8

**Superfície de conreu** = 68m<sup>2</sup>

**ND** (necessitat diària) = ETP x KC x m<sup>2</sup> = **244,8 l/dia**

Afegim que el conreu amb encoixinat de palla (que és el que s'aplicarà als Horts tradicionals de Pujalt) redueix fins a un 75% la necessitat d'aigua, per tant, considerant una baixada de necessitat d'aigua d'un 50%, estिमem una **ND de 122,4 l/dia** als Horts Tradicionals de Pujalt, és a dir, **3672 l/mes.**

#### Disseny

Les accions previstes per complir les necessitats d'aigua del conreu, combinat amb els recursos disposats, són les següents:

#### Emmagatzematge i distribució de l'aigua:

- Disposició de quatre dipòsits amb capacitat de 1000 litres dedicats a l'emmagatzematge d'aigua de pluja: dos d'ells connectats al bany sec, i dos a l'estructura de l'espai d'oci i activitats;
- disposició de quatre dipòsits amb capacitat de 1000 litres cadascun i dedicats a l'emmagatzematge d'aigua procedent del safareig. Un dels quatre dipòsits es farà servir per emmagatzemar aigua filtrada i depurada (filtre en base al biocarbó);
- instal·lació d'una bomba d'aigua per a la distribució de l'aigua als diferents dipòsits<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Estudi realitzat segons dades del mes de juliol, que uneix condicions de menys disposició d'aigua per nivell de pluges (40 mm) i temperatures més altes (entre 20°C i 30°C).

<sup>8</sup> Bomba d'aigua pressupostada per la línia Biochar.



Il·lustració 10. Dipòsit d'aigua de 1000 litres

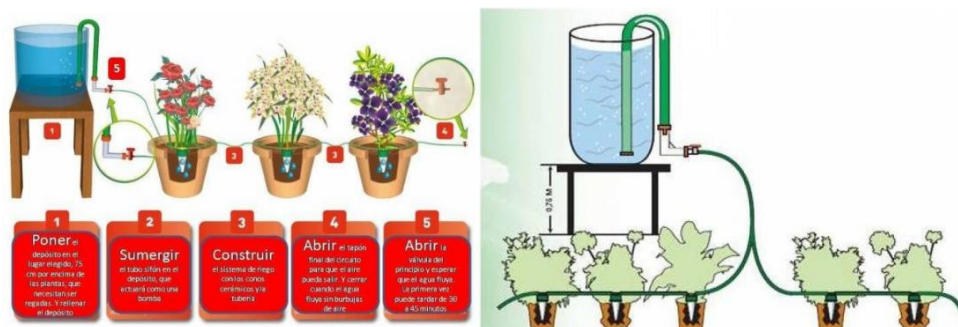
### Sistema de Reg

1. Instal·lació de dos programadors de reg, amb funcionament per piles;
2. distribució de l'aigua als bancals mitjançant tubs de 16mm per a reg localitzat per degoteig;



Il·lustració 11 Tub reg per degoteig (esquerra) i programador de reg (dreta)

1. Instal·lació de tubs de reg (sistema Kit Irrig) al llarg de la paret nord-oest, als bancals de bala de palla;



Il·lustració 12 Exemples del funcionament del Sistema Kit Irrig

### **Magatzem d'eines i pertinences**

Pretenem disposar d'un lloc tancat on es puguin guardar tant les eines de treball a l'hort, com les pertinences de les persones usuàries de l'espai i de les activitats proposades.

Col·locarem una caseta de fusta (202cm x 262cm) apta per a l'exterior, i amb un sistema de tancament per a garantir la seguretat del material emmagatzemat.



Il·lustració 13. Exemple caseta 202cm x 262cm

### **Espai d'oci, activitats i formació**

L'espai d'oci i activitats es desenvolupa en una àrea d'uns 90m2 aproximadament, tancada amb mur de pedra seca.



Il·lustració 14. Espai on es preveu dur a terme les activitats i la formació



Alternatives:

- Bancs per seure
- Taula gran
- Protecció amb coberta de fusta

Es preveu equipar l'àrea amb taules<sup>9</sup> de fusta tractada per a l'exterior i bancs<sup>10</sup> del mateix material, que donin cabuda còmoda a grups d'entre 10 i 12 persones.

Al mateix temps, es preveu la construcció d'una coberta<sup>11</sup> feta amb fusta, amb la funció de protegir a les persones de condicions meteorològiques adverses, com pluges i els rajos del sol durant les hores més càlides de l'estiu.



Il·lustració 15. Taula i bancs de fusta tractada per a l'exterior i coberta amb fusta

En aquest espai durement a terme activitats de sembra de les plantes aromàtiques i medicinals, que tindran la funció d'atreure fauna auxiliar, garantir biodiversitat, i produir plantes amb propietats medicinals i culinàries.

Al mateix temps, en aquest espai es desenvoluparà la part teòrica de les formacions previstes per les característiques intrínseques del lloc: sembra amb bales de palla, condicionament d'una bala de palla, compostatge, construcció d'una coberta amb materials reciclats, rehabilitació d'un mur en pedra seca, etc. (Per més detalls, veure l'apartat de 5.5. *Formació*).

---

<sup>9</sup> Dimensions de la taula de 160cm de llarg, 90cm d'ample i 73cm d'alt

<sup>10</sup> Els bancs mesuren 132cm

<sup>11</sup> Dimensions de l'estructura: 304cm x 512cm

## Espai de cultiu

Es pretenen produir vegetals i hortalisses de manera ecològica, experimentant amb l'ús de la palla com a recurs.

Alternatives:

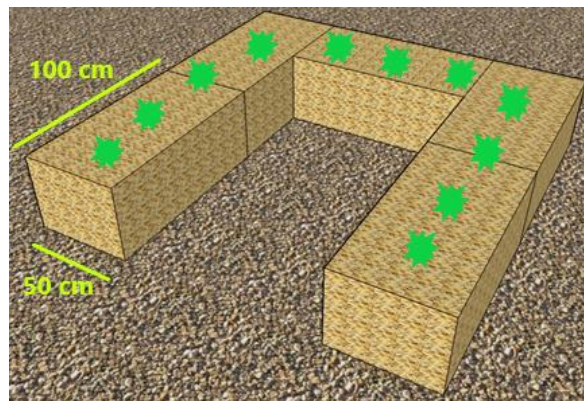
- Utilitzar la bala de palla com a substrat de cultiu que, al mateix temps, serveixi de bancal elevat (a);
- cultivar al terra, fent servir la palla com encoixinat (b);
- Zona d'hivernacle.



Il·lustració 16. La bala de palla com a substrat de cultiu (esquerra) i la palla com encoixinat (dreta)

### a. Cultiu en bala de palla

- Bancal de cultiu format per cinc bales de palla;
- superfície necessària de 2,5m<sup>2</sup> per a cada bancal;
- distància d'1m entre cada bancals.



Il·lustració 17. Bancal de cultiu en bala de palla

Funcions:

- Aplicació de la bala de palla com a substrat de cultiu i
- producció de vegetals i hortalisses.

Fases:

1. Col·locació de les bales de palla dintre de l'espai dedicat, a formar 5 bancals;
2. Acondicionament de les bales de palla (veure detalls a l'apartat 5.1. *Ús de la palla com a substrate*)
3. Sembra segons el calendari proposat a la pàgina 55 del present document.

b. Bancals amb encoixinat de palla:

- Espai de 65m<sup>2</sup> conreat al terra;
- conreu de plantes d'aclimatació;
- recobriment del sòl amb mantell vegetal (restos de neteja d'herbes i fems de bassa) i palla: creació d'un bancal elevat, seguint la tècnica Paredes en cretall (Caballero de Segovia, 2018).



Il·lustració 18. Paredes en cretall (esquerra) i fems de bassa

Funcions:

- Experimentar amb cultiu ecològic al terra;
- aplicació de la palla com a protecció del sòl i microorganismes, i manteniment de la humitat.

## Rebuig inorgànic

Es pretén disposar d'un espai de recollida del rebuig inorgànic com el plàstic, el vidre, el paper i el cartró, així com materials no reciclables.

Els contenidors s'ubiquen a l'espai exterior del recinte dels horts, per tal de facilitar l'accés als tècnics municipals i la seva recollida. Al mateix temps, també es troben a prop de l'espai d'activitats, i per tant, a prop de les persones usuàries de l'espai.

- Disposició de contenidors de rebuig inorgànics diferenciats per paper, plàstic i vidre;
- posicionats a la zona externa del recinte dels horts;
- posicionats al mateix temps a la carretera.



Il·lustració 19. Proposta d'ubicació dels contenidors del rebuig inorgànic.

Alternatives:

- Contenidors tancats diferenciats per material (plàstic, paper, cartró, vidre i restes);
- ubicació al carrer, que permeti fàcil accés per part dels equips de l'ajuntament.



Il·lustració 20. Exemple de contenidors diferenciats.

## Bany sec

El bany sec s'ubica a la part exterior de l'espai tancat pel mur.



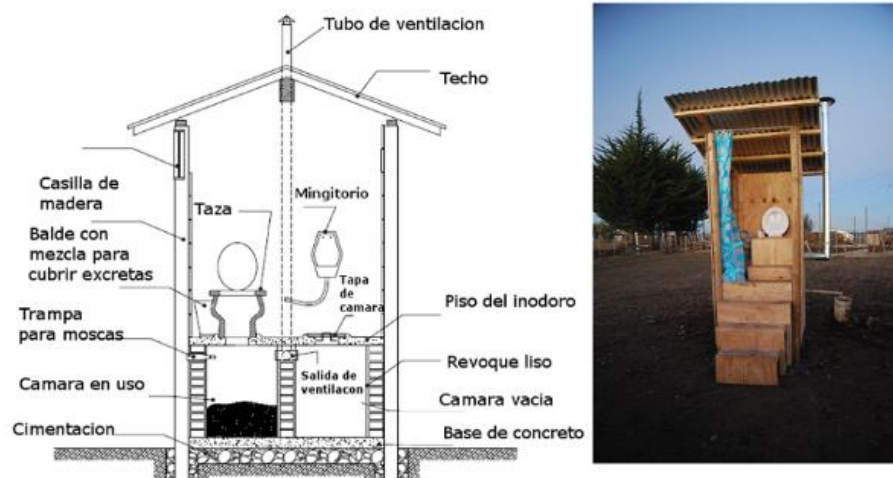
Il·lustració 21. Proposta d'ubicació del bany sec.

- Aprendre a construir un bany sec amb materials naturals (per a més detalls veure apartat 5.5. referent a la formació i l'Annex 5);
- comoditat i higiene personal de les persones usuàries de l'espai sense necessitat de fer servir la xarxa sanitària tradicional;
- no contaminar les aigües amb matèria fecal.

Alternatives:



- Construcció d'un bany sec amb materials naturals sostenibles.



Il·lustració 22. Imatge descriptiva i demostrativa del funcionament d'un bany sec.

### Hivernacle

L'equip de treball preveu un espai amb la funció d'hivernacle on reproduir les llavors i protegir les plantes en el seu primer estadi de vida:

- Bancals amb bales de palla (2m x 2m);
- superfície conreada amb planters de 7,5m<sup>2</sup>;
- estructura protegida del fred i de les pluges amb una lona de plàstic, i mantinguda per estacs de fusta.

### *Proposta de disseny dels horts*

Pel disseny de l'hort, l'equip del projecte s'ha basat en els següents requisits:

- Accessibilitat i comoditat de les persones usuàries de l'espai;
- possibilitat d'experimentar amb diversos usos de la palla;
- aprofitar l'orientació del sol;
- aprofitar elements naturals disponibles al territori;
- sostenibilitat de les estructures i materials utilitzats.

Situació actual dels Horts municipals de Pujalt:

- Localització: 41°43'32.98" N 1°25'44.00" E;
- Elevació: 704m;
- Superfície aproximada: 256m<sup>2</sup>;
- Espai tancat per un mur de pedra seca en estat deteriorat;
- Disposició d'una bassa d'aigua a l'exterior;
- Disposició d'una font d'aigua a l'exterior;
- Accessibilitat: tres accessos a la zona d'horts, dos a la cara sud-est i un a la cara sud-oest; terra aspre i irregular.

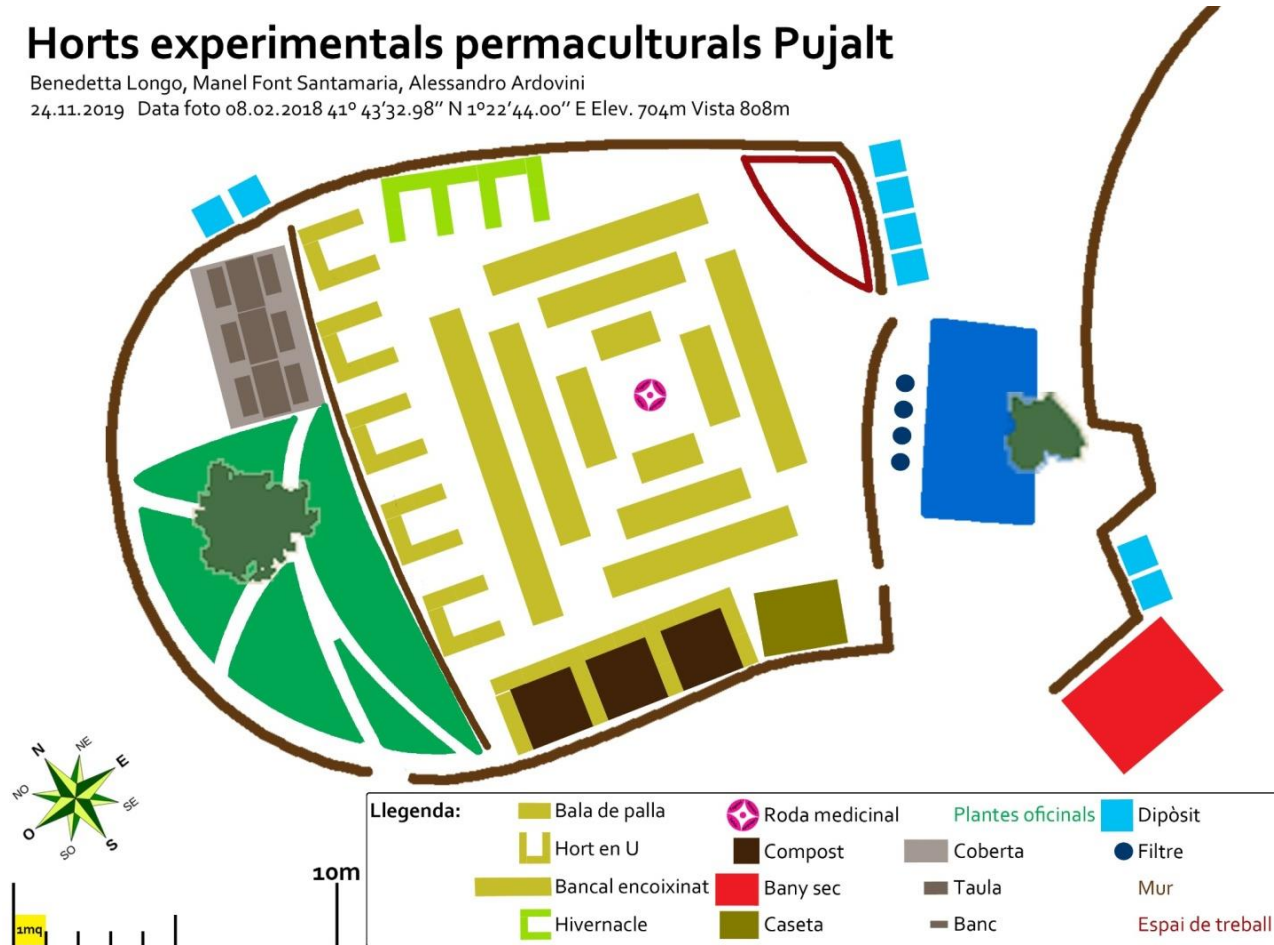


Il·lustració 23. Estat actual dels horts municipals de Pujalt.

## Horts experimentals permaculturals Pujalt

Benedetta Longo, Manel Font Santamaria, Alessandro Ardovalini

24.11.2019 Data foto 08.02.2018 41° 43' 32.98" N 1° 22' 44.00" E Elev. 704m Vista 808m



Il·lustració 24. Proposta de disseny de l'Hort



### *Detalls de la proposta*

L'equip de treball proposa l'implementació dels següents espais de conreu:

1. Conreu en bales de palla: Horts en U
  - Estructura de 2m x 2m;
  - Superfície conreada 2,5m<sup>2</sup> (total 12,5m<sup>2</sup>).
2. Hivernacle en bales de palla:
  - Estructura de 5m x 2m;
  - Superfície conreada de 5,5m<sup>2</sup>.
3. Cultiu al terra:
  - 3.1 Bancals de conreu amb encoixinat amb palla:
    - 11 bancals a l'espai central: 49,5m<sup>2</sup>;
    - Roda medicinal conreada amb romaní, tagetes, calèndula i sàlvia.
  - 3.2 Conreu de plantes aromàtiques, medicinals i mel·líferes a l'espai de formació i d'activitats:
    - Atracció de fauna auxiliar;
    - Biodiversitat.

Dotacions:

- Seients i bancs per a grups de 10 a 12 persones, ubicats a l'àrea de formació i activitats;
- coberta per a protecció de la pluja i del sol d'estiu, a l'àrea de formació i activitats;
- eines de cultiu;
- caseta tancada (202cm x 262cm) ubicada a l'entrada sud de l'espai;
- bany sec ubicat a l'exterior de l'espai, cantó sud.

### *Calendari hortícola*

El següent calendari és un calendari de primer any de cultiu, durant el qual anirem controlant diversos aspectes tant climàtics com de riquesa dels substrats.

El calendari de sembra està basat en principis bio-dinàmics i ecològics.

Els cultius d'horta del primer any segueixen dos principis:

Primer període de tardor/hivern. Les pluges aporten l'aigua de regadiu necessària: només es farà un reg a l'inici, durant les sèmbras i trasplantaments.

Segon període de primavera/estiu: reg per degoteig durant les sèmbras i els trasplantaments.

Recomanacions de sèmbras i trasplantaments per afavorir l'aportació dels nutrients necessaris per al correcte desenvolupament dels cultius, per part del substrat:

1. sembra de lleguminoses (aportació de nitrogen als substrats de cultiu, amb vistes a col·locar plantes més exigents de nitrogen a l'estiu;
2. sembra de plantes menys exigents de nitrogen;
3. sembra de plantes amb exigència mitjana de nitrogen.

Aquest sistema ens permet observar com evolucionen els diferents substrats de cara a planificar els cultius de l'any següent.

Al mateix temps observem el nivell de manteniment de la humitat de cada hort, segons la seva orientació.

	Sembra març/abril	Trasplant. març/abril	Sembra sept/oct	Trsplant. sept/oct	Collita Nov.	Collita estiu	Collita esglaonada	Alta exigència N
Enciam								
Pastanagues								
Raves								
Naps								
Grelos								
Bledes								
Cols								
Espinacs								
Escaroles								
Alls			setembre -> febrer					
Cebes			setembre -> febrer					
Albergínies								
Cogombre								
Carbassó								
Lleguminoses								
Faves								
Pèsols								
Tomàquets								
Pebrots								

Taula 3. Proposta de calendari horticola per als horts de Pujalt.

### *Pressupost de la implementació del disseny*

El següent pressupost inclou el cost aproximat dels materials i de les estructures necessàries per a la implementació del disseny proposat.

Concepte	Quantitat	Preu € / U.	Total
Bala de palla	48	5€	240€
Humus de cucs 25 Kg	2	20€	40€
Planter ecològic	250	0,50€	125€
Programador de reg	2	140€	280€
Tub Anti-Torsió model Stocker 50 m	4	50€	200€
Mànega de subministrament de 8mm de 50 m	2	50€	100€
Sistema de reg Kit Irrig	6	29,95€	179€
Sistema de reg d'hivernacle	1	300€	300€
VEGKEY Flexible Màneg de Jardí,75 FT/22.5m	2	16,99€	34€
Plantador de bulbs	6	7€	42€
Pales	4	8€	32€
Rollo Corda biodegradable 500 m	1	11€	11€
Fundes bioprotectors 1,20m x1,60	18	14,56€	262€
Mesurador de PH + Humitat + Fertilitat + Lluminositat per sols	1	15,95€	15€
Guants per a jardí talles m, l, xl - pack 12u	3	6,30€	18,90€
Bastons de suport per a mànegues de subministrament d'aigua	50	1,4€	70€
Conjunt taula i bancs de Jardí model Logic 160cm	3	421,00 €	1263€
Dipòsit d'aigua de 1000 litres	8	225€	1800€
Lona impermeable blanca amb forats metàl·lics 3 x 4 m	7	5,03€	35€
Tub de reg per goteig 16 mm – 400 m	1	65,19€	65€
Palet fusta	32	8,90€	284€
<b>Total</b>			<b>5.398€</b>

Taula 4. Pressupost implementació de l'espai (preus amb IVA inclòs).

### *Pressupost del personal involucrat en les activitats per a la posada en marxa de l'espai*

Els preus indicats a continuació són aproximats i calculats en base a una persona de l'equip de treball, i poden variar segons esdeveniments aliens a la voluntat de les persones implicades.

Concepte	Quantitat	Preu € / U.	Total
Hores assessorament	64	40€	2560€
Desplaçament	16	18€	288€
<b>Total</b>			<b>2848€</b>

Taula 5. Pressupost del personal implicat en la preparació i posada en marxa de l'espai, no inclouen IVA ni dietes.

### *Calendari d'actuacions per a la posada en marxa dels Horts*

El calendari proposat a continuació contempla totes les activitats previstes per a la posada en marxa de l'espai, a fi de que sigui productiu i estigui preparat per a l'acollida de les persones usuàries de les activitats, de les formacions i de les persones visitants. Els temps indicats poden variar en funció dels imprevistos que puguin presentar-se al llarg del procés, aliens a la voluntat de l'equip promotor.

	S1	S2	S3	S3	S4	S5	S6	S7	S8
<b>Acondicionament de l'espai Fase 1</b>									
Neteja Vegetació									
Rehabilitació mur de pedra seca									
<b>Acondicionament de l'espai Fase 2</b>									
Col·locació contenidors rebuig inorgànic									
Col·locació caseta de fusta									
Construcció compostadora									
Bancals espai central									
<b>Acondicionament de l'espai Fase 3</b>									
Muntatge Horts U									
Muntatge Coberta Espai activitats									
Trasplantament plantes espai activitats									
<b>Acondicionament de l'espai Fase 4</b>									
Col·locació depòsits aigua mur N									
Instal·lació sistema reg mur N i O									
Muntatge Hivernacle									
Muntatge bancals conreu centrals									
Muntatge roda medicinal									
Acondicionament bales de palla									
<b>Acondicionament de l'espai Fase 5</b>									
Col·locació depòsits aigua mur SE									
Instal·lació sistema reg mur SE									
Trasplantament en Horts U									
Trasplantament bancals central									

Taula 6. Calendari de les accions previstes per el condicionament i la posada en marxa de l'espai

## 5.2. Ús de la palla com a combustible

### 5.2.1. Antecedents i justificació

La humanitat ha utilitzat la palla de cereals, la fusta i el carbó vegetal com fonts d'energia durant molts segles. No ha sigut fins a l'aparició i amplia adopció de les tecnologies basades en els derivats del petroli, el carbó mineral i de gasos liquats que els biocombustibles sòlids han sigut desplaçats en el balanços energètics dels països desenvolupats. Però els problemes mediambientals ocasionats per l'ús de combustibles fòssils, com el canvi climàtic, estan provocant un qüestionament profund dels models energètics actuals i la cerca de fonts d'energia primàries alternatives que permetin reduir les emissions netes de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera. Una d'aquestes fonts alternatives, respectuoses amb el medi ambient i que millora la sostenibilitat econòmica de les àrees rurals, és la palla, com demostren experiències com la de la planta de 30 MW alimentada amb biomassa de Sangüesa (Navarra) (Acciona, s.f.)

A Pujalt hi ha diferents experiències amb l'ús de la palla com a combustible per a calefactar diferents espais, entre els que hi destaquen el restaurant La Pedra i diverses granges de pollastres. Els sistemes de calefacció alimentats amb palla que es troben a Pujalt es caracteritzen per utilitzar bales de palla senceres i, conseqüentment, per la grandària dels sistemes que s'utilitzen per emmagatzemar i tractar la palla perquè aquesta pugui ser cremada (veure exemple en Il·lustració 25). Es tracta, en definitiva, de sistemes poc adaptables a d'altres espais amb dimensions més reduïdes o on l'ús de l'espai disponible és més intensiu, com poden ser habitatges particulars, hotels i cases rurals de dimensions reduïdes, o edificis públics. Per aquests espais es necessitarien sistemes de calefacció que, en el cas d'utilitzar palla com a combustible, aquesta es trobés en un format que ocupés menys espai i que fos més fàcil de manipular i d'emmagatzemar.



Il·lustració 25. Model de caldera instal·lada al restaurant La Pedra a Pujalt (ACR Ecocalderas, 2019).

Els pellets són un format atractiu i conegut que facilita l'ús de la biomassa com a font d'energia per calefacció. Existeixen en el mercat diferents fabricants i proveïdors que ofereixen sistemes de calefacció que utilitzen i funcionen amb aquesta biomassa, així com de pellets i de sistemes d'emmagatzematge d'aquest combustible. La transformació de la palla en pellets podria obrir una interessant oportunitat per utilitzar aquest recurs, abundant a Pujalt, com a combustible i aconseguir així importants beneficis a nivell local, com són la reducció dels costos de calefacció, la reducció d'emissions de CO<sub>2</sub> associades a la crema de gas o altres combustibles fòssils per calefactar, i la generació de nous llocs de treball associats a la transformació de la palla en pellets i la seva comercialització.

L'Ajuntament de Pujalt està estudiant la possibilitat de crear una planta de transformació de la palla en pellet tenint en compte els beneficis abans esmentats. Però l'ús de pellet de palla com a combustible presenta, a dia d'avui, alguns reptes. Entre els quals, es troben els problemes de corrosió que provoca aquest combustible en les parts metàl·liques de les calderes de biomassa (ACR Ecocalderas, 2019).

Tenint en compte els antecedents i problemàtiques descrits anteriorment, en aquesta línia de treball, l'equip del projecte es planteja aconseguir els següents objectius:

- Dissenyar una estufa amb aigua calenta sanitària (ACS) capaç de funcionar amb pellet de palla com a combustible i sense problemes de corrosió;



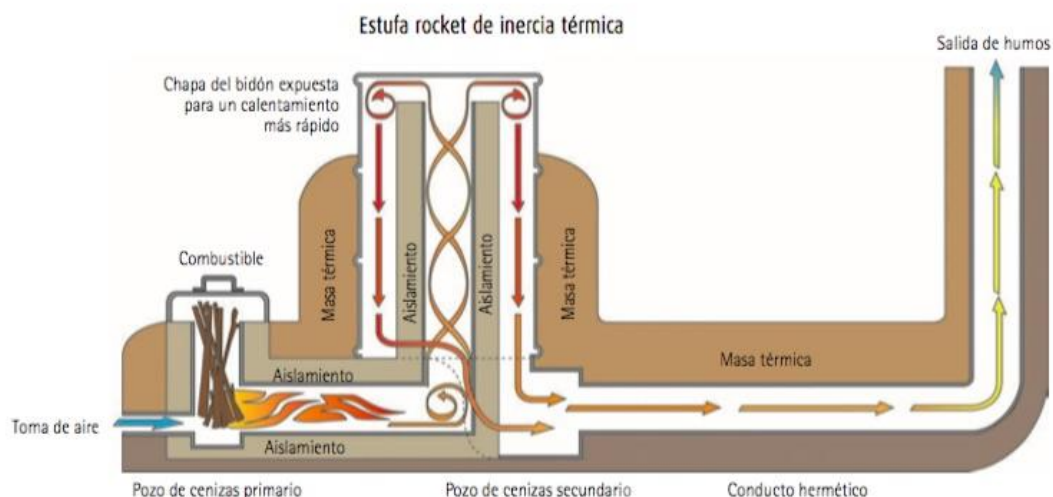
- avaluar quin sistema de calefacció i combustible (entre les opcions de gasoil, pellet de fusta o pellet de palla) és el més econòmic i mediambientalment sostenible per un edifici o espai a Pujalt;
- proposar el disseny d'un sistema de calefacció per un aula de l'Observatori de Pujalt.

### 5.2.2. Estufa Rocket d'inèrcia tèrmica

En el mercat existeixen múltiples sistemes de calefacció que utilitzen biomassa. Entre els quals trobem les estufes d'inèrcia tèrmica, anomenades *Rocket mass heater*, que destaquen pel seu baix consum i eficiència (Wikipedia - Esufas cohete de masa, 2019).

Les estufes Rocket són un sistema calefactor d'ambients innovador i eficient desenvolupat a partir de l'estufa coet (rocket en anglès). El sistema es compon d'una cambra de combustió en forma de J i una massa tèrmica que envolta els tubs d'escapament de fums (veure II·lustració 26).

A diferència d'altres sistemes, les estufes Rocket aprofiten la calor dels gasos, fent-los circular pel cos de l'estufa. Això permet recuperar fins al 80% de la calor generada durant la combustió. A la sortida del conducte, la seva temperatura no supera els 100 °C. L'estufa, un cop carregada (necessita de 2 a 4 hores de foc a el dia), retorna la calor lentament, sota forma de radiació, al llarg de 12-24h.



II·lustració 26. Esquema de funcionament i constructiu d'una estufa Rocket convencional (Font: EcoHabitat nº52. Iniverno 2016/17).

Les estufes rocket són el sistema més eficient per escalfar amb llenya. Són més segures i eficients que estufes de metall o fins i tot que els cassets. La seva eficiència, que en molts casos supera el 90%, fa que no produeixin sutge. El fum alliberat a l'exterior no és visible al no transportar partícules contaminants no cremades, tan sols s'allibera CO2 i vapor d'aigua, resultat d'una perfecta combustió. La no presència de residus i la baixa temperatura dels gasos emesos, redueix a zero el risc d'incendi de xemeneia (Ecoinventos, 2019).

Les principals avantatges de les estufes d'inèrcia tèrmica respecte a altres sistemes alimentats amb biomassa són els següents:

- Alta eficiència i baix consum de biomassa;
- alt confort tèrmic, ja que proporciona calor radiant i
- seguretat.

Les estufes Rocket funcionen habitualment amb fusta. En el mercat existeixen algunes alternatives, com la Rocket DUO PRO construïda per Arts amb Caliu (Arts amb Caliu, 2019), que permeten utilitzar diferents biomasses com a combustible, com és el cas del pellet de fusta. Aquests dissenys, que incorporen una tremuja per carregar el pellet (veure un exemple a la Il·lustració 27), aporten, a més de les avantatges abans esmentades, una major autonomia i més facilitat per emmagatzemar i manipular el combustible. A més a més, aquestes estufes poden incorporar un intercanviador per produir aigua calenta sanitària, el que permet utilitzar aquests sistemes per satisfer moltes de les necessitats energètiques d'un habitatge.



Per tal d'aprofitar les avantatges que proporcionen les estufes Rocket, i particularment la variant DUO Pro, com a sistema de calefacció i poder utilitzar el pel·let de palla que produiria l'Ajuntament de Pujalt, l'equip del projecte ha plantejat un seguit de canvis en el disseny d'aquesta estufa per tal d'evitar els problemes de corrosió mencionats anteriorment. Els canvis que s'han introduït en el disseny actual de la DUO Pro inclouen els següents:

- Cremador ceràmic en lloc del cremador d'acer habitual;
- tub d'extracció de fums d'acer refractari;
- la resta de conductes de gasos són ceràmics i no metàl·lics.

Amb els canvis proposats, l'estufa Rocket DUO Pro pot ser una alternativa atractiva, econòmica i sostenible per a calefactar habitatges i altres edificis del medi rural, concretament, a Pujalt. Aquesta estufa obre la possibilitat d'utilitzar la palla com a combustible, prèviament transformada en pel·let, amb les comoditats i facilitats que això comporta respecte als sistemes de calefacció amb palla que es venen utilitzant en el municipi fins ara.

Per tal d'avaluar la viabilitat econòmica i mediambiental de l'estufa Rocket DUO Pro enfront d'altres alternatives, es presenta a continuació un estudi comparatiu.

### 5.2.3. Comparació de la estufa Rocket vs altres sistemes alternatius

Per tal d'avaluar si l'estufa Rocket DUO Pro potser una opció més sostenible i econòmica en comparació amb altres alternatives, s'ha elaborat una comparativa dels consums de combustible dels següents sistemes:

- caldera de gasoil;
- caldera de pel·let de fusta;
- Estufa Rocket DUO PRO.

Els dos primers sistemes s'han escollit per ser opcions molt habituals en cases i edificis amb sistema de calefacció amb aigua calenta sanitària (ACS). La comparació feta pretén donar una primera visió, simplificada i aproximada de quin dels tres sistemes seria el més econòmic. Destaquen dificultats per dur a terme una comparativa més rigorosa i concloent, degut a la falta de determinades dades i especificacions tècniques de les estufes Rocket, ja

que són, fonamentalment, sistemes construïts artesanalment. En qualsevol cas, les dades utilitzades de la Rocket DUO PRO es basen en l'experiència del seu constructor i els consums d'estufes construïdes i que es troben en funcionen en diversos llocs de Catalunya.

A continuació s'indiquen quines assumpcions s'han considerat per portar a terme la comparativa entre els tres sistemes de calefacció:

**Dimensions i característiques de l'espai a calefactar:**

- Superfície: 300m<sup>2</sup>
- Altura: 2,5m
- Orientació: Est
- Bon aïllament tèrmic de finestres i parets.

**Necessitat de calefacció:**

- Hores de calefacció diàries: 10
- Dies de funcionament mensuals: 21
- Mesos de funcionament a l'any: 5
- Hores de funcionament anual: 1050

Amb aquestes dimensions i característiques, la potencia necessària per escalfar l'espai s'ha calculat amb la següent fórmula:

$$P(W) = \text{Superfície (m}^2\text{)} * \text{Orientació}^{12} * \text{Aïllament}^{13} * \text{Zona climàtica}^{14} * 85 = 300 * 1 * 0,93 * 1,04 * 85 = 24.660 \text{ W}$$

Les especificacions i assumpcions fetes en relació als sistemes de calefacció són les següents<sup>15</sup>:

**Caldera de gasoil – marca DOMUSA model Evolution EV 30 HFM<sup>16</sup>**

- Potència: 30,2KW
- Rendiment: 100%

---

<sup>12</sup> El valor de l'orientació Est correspon a 1.

<sup>13</sup> Aquest factor té un valor de 0,93 quan es tracta d'un bon aïllament.

<sup>14</sup> Pujalt es troba a la Zona Climàtica C, que correspon amb un valor de 1,04.

<sup>15</sup> Per calcular els costos dels diferents sistemes, s'han considerat només els sistemes necessaris per escalfar, emmagatzemar el combustible i connectar-lo amb el sistema d'aigua calenta sanitària i calefacció.

<sup>16</sup> Font: <https://www.domusateknik.com/es/productos/calderas-de-condensacion-a-gasoleo/evolution-ev-hfmhfc>

- Coeficient d'intermitència: 85%
- Cost caldera: 2000€
- Cost depòsit gasoil de 2.000l: 1.000€
- Cost accessoris i mà d'obra necessària per la seva instal·lació: 2.500€
- Poder calorífic inferior -PCI del gasoil: 9,98 KWh/l
- Preu gasoil C: 0,9€/l
- Increment anual del cost del gasoil: 1,2%

#### **Caldera de Pellet – Ökofen Pellematic 32 KW<sup>17</sup>**

- Potència: 32 KW
- Rendiment: 100%
- Coeficient d'intermitència: 85%
- Cost Caldera de Pellet de fusta: 9700
- Cost d'accessoris i mà d'obra: 2.500€
- Poder calorífic inferior - PCI del pellet fusta: 5,01 KWh/kg
- Preu pellet fusta: 250€/t
- Increment anual del cost del pellet: 5%

#### **Estufa Rocket DUO PRO – 25 KW**

- Potència: 25 KW
- Rendiment: 90%
- Cost Estufa Rocket DUO Pro (inclou accessoris i instal·lació): 9.790 €
- Coeficient d'intermitència: 50%<sup>18</sup>
- Intercanviador ACS: 1.200 €
- Poder calorífic inferior -PCI del pellet palla: 4,57 kWh/kg
- Cost Pellet palla: 150 €/t
- Increment anual del cost del pellet: 5%

---

<sup>17</sup> Font: <https://www.oekofen.com/es-es/pellematic/> (Ökofen, 2019)

<sup>18</sup> Les estufes Rocket aporten calor un cop apagades gràcies a la calor acumulada en la massa que rodeja els tubs d'escapament de gasos. Aquesta característica permet reduir les hores de funcionament d'aquests sistemes per mantenir calent un espai considerablement.

Per al càlcul del consum de combustible per cada sistema de calefacció s'ha utilitzat la següent fórmula:

$$\text{Consum anual de combustible} = \text{coeficient d'intermitència} * (\text{Potència} * \text{hores/dia} * \text{dies/any}) / (\text{PCI} * \text{rendiment})$$

Amb les dades anteriors, les inversions i costos anuals obtinguts per cada sistema de calefacció són els següents:

	Inversió inicial (€)	Consum anual de combustible	Cost unitari combustible	Cost anual combustible
<b>Gasoil</b>	5.500 €	2.700,8 l	0,90 €/l	2.430, 7 €
<b>Pellet de fusta</b>	12.200 €	5.700, 6 kg	0,25 €/kg	1.448,0 €
<b>Pellet de palla</b>	10.990 €	3.190,8 kg	0,15 €/kg	478,6 €

Taula 7. Comparativa d'inversions i costos anuals dels tres sistemes de calefacció avaluats

Amb aquests costos e inversions, i considerant un període de temps de 10 anys, s'obtenen els següents costos acumulats per cada un dels sistemes avaluats:

	Any										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Gasoil</b>	5.500 €	7.930,7 €	10.390,5 €	12.879,9 €	15.399,1 €	17.948,6 €	20.528,6 €	23.139,7 €	25.782,0 €	28.456,1 €	31.162,2 €
<b>Pellet de fusta</b>	12.200 €	13.648,0 €	15.168,3 €	16764,66898	18.440,9 €	20.200,8 €	22.048,8 €	23.989,2 €	26.026,7 €	28.165,9 €	30.412,2 €
<b>Pellet de palla</b>	10.990 €	11.468,6 €	11.971,2 €	12.498,9 €	13.052,9 €	13.634,7 €	14.245,6 €	14.887,0 €	15.560,4 €	16.267,6 €	17.010,1 €

Taula 8. Comparativa del costos acumulats dels tres sistemes de calefacció avaluats.

Els resultats obtinguts a la comparativa apunten a que l'estufa Rocket DUO Pro seria una opció més interessant econòmicament que les alternatives considerades. Els resultats indiquen que aquesta estufa tindria un cost de propietat menor des del quart any de funcionament. Durant el període considerat, el cost total pel propietari rondaria el 17K€, el que permetria estalviar fins a 14K€ aproximadament respecte als altres dos sistemes considerats.

En relació a la sostenibilitat mediambiental, les emissions produïdes durant el cicle de vida dels diferents combustibles són clarament inferiors en el cas de la biomassa respecte als combustibles fòssils, especialment pel que fa a les emissions de gasos amb efecte hivernacle (IDAE, 2007). Així, les calderes i estufes alimentades amb biomassa no sols permeten estalviar diners durant la seva vida útil sinó que també podrien ser l'eina eficaç per lluitar contra l'escalfament i la pluja àcida (per les seves reduïdes emissions de SO<sub>2</sub>), al temps que redueixen la dependència energètica de les comunitats rurals.

Emissions any del cicle de vida			
	Gasoil de calefacció	Gas natural	Estelles de fusta i pellet
<b>CO (kg)</b>	35	90	20
<b>SO<sub>2</sub> (kg)</b>	205	20	48
<b>CO<sub>2</sub> (t)</b>	195	160	15
<b>Partícules (kg)</b>	20	10	30

Taula 9. Emissions any del cicle de vida segons el tipus de combustible utilitzat (Font: IDAE)

Respecte a l'impacte social, la producció de pellet de palla permetria generar nous llocs de treball a les àrees rurals associats al processat i transformació de la palla en pellet. No s'han calculat el nombre de llocs, però les consultes realitzades a proveïdors de maquinaria de producció de pellet indiquen que es necessiten un mínim de dues persones per operar una d'aquestes plantes.

Les conclusions d'aquest anàlisi i comparativa entre diferents sistemes de calefacció indiquen que les estufes Rocket DUO Pro alimentades amb pellet de palla són una solució viable i sostenible des de les perspectives econòmica, mediambiental i social. Cal destacar



que l'estufa Rocket obre la possibilitat d'utilitzar la palla com a combustible en un ampli ventall d'edificis i habitatges on es necessita un sistema de calefacció que funcioni varies hores al dia (un mínim de 4h/dia). En qualsevol cas, la viabilitat i sostenibilitat d'aquests sistemes de calefacció requerirà assegurar un proveïment constant i de preu competitiu de pellets de palla. L'anàlisi fet mostra que el preu de pellet de palla podria ser sensiblement superior als 150€/t i l'estufa Rocket continuaria sent la més barata de les opcions estudiades, però per maximitzar l'impacte social i reduir al màxim els costos i emissions derivats del transport d'aquest combustible, la solució ideal seria produir el pellet localment.

Abans de proposar el disseny d'una estufa Rocket per l'Observatori de Pujalt i degut a d'incertesa d'algunes de les especificacions tècniques d'aquestes estufes, a continuació es mostren els resultats obtinguts de l'anàlisi d'un escenari alternatiu, més pessimista, per tal d'avaluar si la Rocket continuaria sent l'opció més competitiva.

#### 5.2.4. Comparació de sistemes de calefacció en un escenari pessimista per les estufes Rocket alimentades amb pellet de palla

L'anàlisi de l'escenari pessimista es realitza mantenint les mateixes assumpcions que en l'apartat anterior en el cas de les calderes de gasoil i de pellet de fusta. En el cas de les estufes Rocket s'efectuen un seguit de canvis que suposarien un empitjorament considerable de les principals variables que determinen el cost total de propietat d'un sistema de calefacció alimentat amb pellets de palla. Concretament, en aquest escenari es suposa que:

- el rendiment de l'estufa és 20 punts inferior al considerat en l'escenari abans avaluat;
- el coeficient d'intermitència és un 25% superior respecte a l'escenari més probable;
- el cost de la tona de pellet de palla seria un 300% superior al cost de la palla quan aquesta té el màxim preu actual, que ronda els 60€/t;
- el cost de pellet de palla s'incrementaria un 10% anual, el doble del que s'incrementa el cost del pellet de fusta actualment, degut a possibles variacions de la producció de palla i a l'increment de demanda d'aquest combustible.

Així, les assumpcions considerades per realitzar la comparativa en aquest escenari serien les següents:

### Estufa Rocket DUO PRO – 25 KW

- Potència: 25 KW
- Rendiment: 70%
- Cost Estufa Rocket DUO Pro (inclou accessoris i instal·lació): 9.790€
- Coeficient d'intermitència: 75%
- Intercanviador ACS: 1.200€
- Poder calorífic inferior -PCI del pellet palla: 4,57 kWh/kg
- Cost Pellet palla: 180 €/t
- Increment anual del cost del pellet: 10%

Amb aquestes condicions, els costos d'inversió i de combustible del primer any serien els següents:

	Inversió inicial (€)	Consum anual de combustible	Cost unitari combustible	Cost anual combustible
<b>Gasoil</b>	5.500 €	2.700,8 l	0,90 €/l	2.430,7 €
<b>Pellet de fusta</b>	12.200 €	5.700,6 kg	0,25 €/kg	1.448,0 €
<b>Pellet de palla</b>	10.990 €	6.153,7 kg	0,18 €/kg	1.107,7 €

Taula 10. Comparativa d'inversions i costos anuals dels tres sistemes de calefacció avaluats.

En aquest escenari s'observa un fort increment del consum anual de pellet de palla, que passaria de 3.190 kg/any a 6.153 kg/any, el que representa un increment del 92% respecte a l'escenari anterior. Tot i aquest important increment, que afectaria principalment a l'autonomia de l'estufa i per tant a la comoditat dels usuaris (en aquest escenari tindrien que carregar l'estufa amb el doble de freqüència que en el cas anterior), el cost anual de combustible seria encara sensiblement inferior als altres dos (el cost del gasoil seria un 119% més car que el pellet de palla, i el de fusta un 30%).

Si es considera un període de 10 anys, els costos acumulats (veure Taula 11) mostren un altre cop que l'estufa Rocket seria un 25% més econòmica que l'opció de gasoil i un 22% que l'opció de pellet de fusta.

	Any										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Gasoil</b>	5.500 €	7.930,7 €	10.390,5 €	12.879,9 €	15.399,1 €	17.948,6 €	20.528,6 €	23.139,7 €	25.782,0 €	28.456,1 €	31.162,2 €
<b>Pellet de fusta</b>	12.200 €	13.648,0 €	15.168,3 €	16.764,67 €	18.440,9 €	20.200,8 €	22.048,8 €	23.989,2 €	26.026,7 €	28.165,9 €	30.412,2 €
<b>Pellet de paja</b>	10.990 €	12.097,7 €	13.260,7 €	14.481,9 €	15.764,2 €	17.110,6 €	18.524,3 €	20.008,7 €	21.567,3 €	23.203,8 €	24.922,2 €

Taula 11 Comparativa del costos acumulats dels tres sistemes de calefacció avaluats en un escenari pessimista.

Els càlculs fets mostren que un sistema de calefacció d'inèrcia tèrmica alimentat amb pellet de palla seria una opció viable i sostenible per calefactar edificis i habitatges en zones amb hiverns llargs i freds com és el cas de Pujalt. Les suposicions adoptades indiquen que, encara que el pellet de palla tingui un preu molt superior al que té actualment i que l'estufa Rocket tingui un rendiment molt més desfavorable del que tenen els sistemes que funcionen actualment, seria raonable promoure l'ús d'aquests sistemes de calefacció i aquest combustible.

A continuació es presenta el disseny, pressupost i cronograma per a la construcció i posada en marxa d'una estufa Rocket DUO Pro per a l'aula de l'Observatori de Pujalt. Aquest espai ha sigut seleccionat per l'interès de l'Ajuntament de Pujalt en reduir el cost de calefacció d'aquesta instal·lació i perquè serveixi de demostrador de la viabilitat i sostenibilitat dels sistemes de calefacció alimentats amb pellet de palla.

#### 5.2.5. Descripció de l'aula de l'Observatori i les seves necessitats energètiques.

L'Ajuntament té l'interès en calefactar entre d'altres espais, l'Observatori de Pujalt. I dins d'aquest complex, específicament l'Aula Didàctica.



Il·lustració 28. Visió aèria de l'Observatori de Pujalt.

És un edifici de fusta de 150 m<sup>2</sup> amb dos mòduls descentrats però comunicats internament. Es separen per una paret desplaçable i plegable completament, deixant els dos espais com a un de sol. Amb sostre a dues aigües i un carenat a 3,30m d'alçada, té els punts més baixos a 2,9 m. El sostre està aïllat tèrmicament. L'entrada de l'edifici es troba a la cara nord i disposa de calefacció elèctrica i radiadors d'aigua escalfats per una caldera de gas propà.

Les finestres són de vidre doble aïllades tèrmicament. Les portes son estanques i gruixudes.

El lloc adequat per l'estufa és a la paret interior de la façana nord, just a la cantonera central on convergeixen els dos mòduls.

Respecte a les necessitats de calefacció:

- 10 hores al dia de dilluns a divendres. Excepcionalment caps de setmana;
- la temporada freda és de 5 mesos a l'any. Es necessita ACS per a les piques dels lavabos de l'aula i per a l'espai de la cuina.



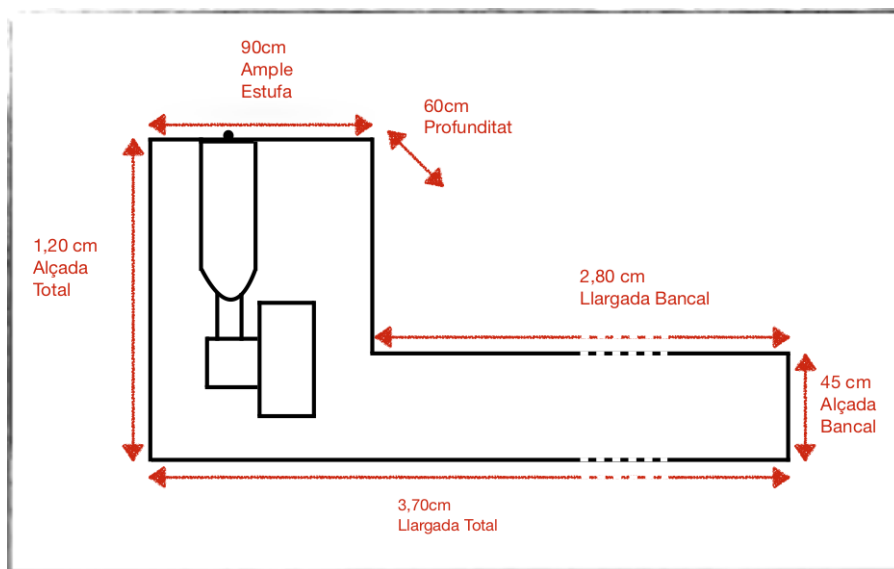
Il·lustració 29. Interior de l'aula que es vol calefactar.

### 5.2.6. Disseny de l'estufa Rocket Duo Pro.

Característiques de la Rocket Duo Pro que es proposa per l'Observatori:

- Estufa Rocket de massa tèrmica amb cremador metàl·lic i policombustible (llenya, pinyols d'oliva, pellet) i amb d'altres innovacions internes que ara descriurem. Aquest cremador està associat a una estructura ceràmica que vehicula els gasos a alta temperatura i de manera estanca. Això permet que aquests materials acumulin calor;
- Alimentador de llenya superior per a una disposició de Rocket Clàssica, amb accés superior i frontal per introduir-hi la llenya. Amb porta de vidre ceràmic frontal per alimentar el sistema amb llenya en horitzontal i per facilitar el manteniment de la cambra de combustió;

- Cremador independent i en paral·lel de pel·let/pinyols d'oliva, amb la seva pròpia admissió regulable d'aire, tremuja de biomassa de 15kg i guillotina de tancament per a bloquejar la caiguda de la mateixa;
- Cendrer únic per a ambdós sistemes de crema i alleugerir estèticament el conjunt fèrric;
- Finestra lateral de vidre ceràmic no practicable;
- Vàlvula de tir directe estanca i dissenyada exclusivament per a aquesta estufa, per a facilitar l'encesa, associada a un intercanviador integrat de ACS, també dissenyat per aquest sistema. Això possibilita la graduació de potència en l'intercanvi tèrmic per a escalfar l'aigua i/o els possibles bancals associats en diferents alçades;
- Cuina econòmica inoxidable de 45cm x 45cm i 6mm de gruix per a l'aprofitament de l'excedent tèrmic;
- Estuc de calç com a acabat sobre els volums de maçoneria;
- Taulell de 6cm de gruix de placa refractària de 1400°C.



Il·lustració 30. Esquema de l'estufa Rocket proposada per l'aula de l'Observatori de Pujalt.

### 5.2.7. Pressupost de l'estufa Rocket Duo Pro per l'Aula Didàctica de l'Observatori de Pujalt

Concepte	Unitats	Preu unitari	Total
Materials Maçoneria			1.144 €
Materials Ferreria			2.664 €
Mà d'obra	27 jornades <sup>19</sup>	160 €/jornada	4.320 €
Transport i dietes	9 desplaçaments	46 €/desplaçament	415 €
IVA 21%			1.794 €
<b>TOTAL</b>			<b>10.338 €</b>

Taula 12. Pressupost de l'estufa Rocket DUO Pro per l'Observatori de Pujalt

El pressupost fa referència als costos de disseny, materials i instal·lació de l'estufa Rocket DUO Pro preparada per treballar amb pellets de palla. Aquest exclou els materials i mà d'obra necessària per l'instal·lació dels elements necessaris per tenir aigua calenta sanitària (ACS), com per exemple l'acumulador d'aigua i els seus accessoris.

<sup>19</sup> Les jornades corresponen al treball de 3 persones durant 9 dies.



### 5.2.8. Cronograma d'actuacions

A continuació es presenta el cronograma d'actuacions per fases per a la instal·lació i posada en marxa de l'estufa Rocket DUO Pro en l'Observatori de Pujalt. Com es pot observar a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** es preveu que els treballs relacionats a mb l'estufa Rocket durin 9 dies.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
<b>F1. Ubicació i sistema d'extracció de fums</b>									
<b>F2. Cambra de combustió i acumulador tèrmic</b>									
<b>F3. Acabaments estètics, instal·lació cremador DUO Pro i posta en marxa</b>									

Taula 13 Cronograma d'actuacions per la instal·lació de l'estufa Rocket DUO Pro.

## 5.3. Ús de la palla en la construcció

### 5.3.1. Objectiu

Explorar les diferents tècniques de construcció d'habitatges i edificis amb palla, explicar el sistema de construcció amb mòduls de palla i donar una orientació de què condicions mínimes es tindrien que donar perquè sigui rendible construir una planta de producció de mòduls de palla a Pujalt.

### 5.3.2. Estat de l'art

#### *Antecedents històrics*

La construcció amb palla va néixer en paral·lel a la introducció de les empaquetadores de palla als Estats Units. Tenim les primeres referències d'enfardadores de palla entre el 1861 i el 1866. Les primeres construccions amb palla documentades es situen en l'Estat de Nebraska on per falta de fusta van començar a desenvolupar habitatges agrícoles que van resultar ser duradors y còmodes, hi ha referència també de la construcció amb palla en una escola d'una sola habitació (1886). Aquest sistema de bales de palla sense estructura és mundialment conegut com el Sistema Nebraska. Existeixen encara algunes construccions en ús que es van construir a principis del segle XX. Amb la industrialització de la construcció als Estats Units i el final de la crisi econòmica, les cases de fardes de palla van caure en l'oblit, segons es documenta al “Manual de Construcción con Fardos de Paja” (Krick, 2018).



Il·lustració 31. Simonton House Nebraska 1908. Font Barbara Jones Amazonalis (2007)

A Europa hi ha també referències de construccions amb palla de principis del segle XX. A Montagrís França, està la primera referència en 1921, una mansió que continua estant en peu, construïda amb un entramat de fusta farcida amb fardes de palla. El renaixement de la construcció amb palla va sorgir novament als Estats Units entre els anys 70 i 80 amb la

publicació de revistes i manuals sobre construcció amb palla, promocionant els sistemes portants i també els sistemes mixtes amb estructures de fusta. La primera conferència mundial sobre el tema va ser al 1993. A Europa, el detonant per promoure la construcció amb palla és a través de conferències i tallers d'auto-construcció. El de Findhorn (Escòcia) és la primera referència documentada sobre ecoaldeas. A Alemanya, la primera construcció autoritzada amb sistema mixt es va construir en 1999.

### *Sistemes de construcció amb palla*

La palla és un material que es cultiva cada temporada, i podem calcular quant material necessitem cada any en cas del seu ús com a material de construcció i dedicar la resta a l'alimentació animal, abonament o producció de biomassa.

La palla com a material en construcció no treballa estructuralment i sempre va reforçada amb fusta, normalment amb llistons de 5x10 cm. La fusta és un altre recurs renovable que podem també cultivar planificant la seva producció i explotació, la fusta tarda molts anys més en produir-se i la palla permet ser utilitzada en menor quantitat en cada construcció. La resta dels materials utilitzats combinats amb palla són fangs, argiles i tintes naturals que no emeten toxines mentre habitem els espais construïts, són termo-reguladors, els murs transpiren i regulen també el CO<sub>2</sub> que produïm al respirar. El conjunt construït té una empremta de carboni pràcticament nul·la. Si dissenyem bé l'espai, es poden trencar els ponts tèrmics i instal·lant intercanviadors de calor s'aconsegueixen cases passives energèticament (Passivhaus, certificat energètic A++ en la majoria dels casos), que eliminen de les nostres butxaques la hipoteca energètica dels habitatges convencionals.

Actualment hi ha principalment tres sistemes de construcció amb palla, que s'expliquen a continuació:

#### **1.- Sistema Nebraska**

Sistema de construcció que només utilitza bales de palla com elements portants. Avui en dia s'utilitza aquesta tècnica per l'auto-construcció d'habitatges unifamiliars i per grans edificis s'utilitzen les "Jumbobales" bales gegants de gran pes per donar estabilitat a grans edificis. Com a principal arquitecte de referència en el disseny de cases, segons aquest sistema de construcció, cal destacar l'arquitecte Werner Schmidt<sup>20</sup>. Aquest sistema de construcció es també utilitzat en auto-construcció-cooperativa, petites construccions, moltes vegades

---

<sup>20</sup> [www.atelierwernerschmidt.ch](http://www.atelierwernerschmidt.ch)

d'una sola habitació i un sol nivell, que els usuaris es construeixen amb l'ajuda d'amics i familiars (cooperació altruista).



Il·lustració 32. La casa de les Acracias, construïda per Ana González Palomares, Permacultura BCN Font: La casa de las Acracias<sup>21</sup>

En aquesta casa el mur circular de l'habitatge està format solament per bales de palla acomodades a trenca-juntes. Els marcs de fusta només s'utilitzen per estructurar portes y finestres.

## 2.- Sistema Cut

Utilitza bales portants que es van reforçant amb elements de fusta, principalment estaques i llargueres que es van col·locant entre bales i que queden totalment amagats entre els murs portants.



Il·lustració 33 Detall de l'estaca amb la que es lliga la bala a l'estructura de reforç i llargueres entre les estaques en forma d'armat de reforç estructural. Font: Francisco Cervera

<sup>21</sup> <https://lacasadelasacracias.wordpress.com/>

### 3.- Sistema Mòduls Reconstruïts de Fusta i Palla

En el taller o en l'obra es construeixen mòduls (seccions de mur) amb fusta com element portant i amb palla que actua d'ompliment i d'aïllant.



Il·lustració 34. Mòdul tipo Ecococon, amb les diferents capes d'acabat. Font: Francisco Cervera

Aquesta fotografia és una maqueta d'un mòdul Ecococon<sup>22</sup> fabricat en Lituània, la palla és premsada i afaitada mentre es construeix el mòdul en una fàbrica, es controla la humitat i pressió del treball de la palla. Aquest material de construcció té totes les certificacions pertinents.

---

<sup>22</sup> [www.ecococon.lt/spanish/](http://www.ecococon.lt/spanish/)



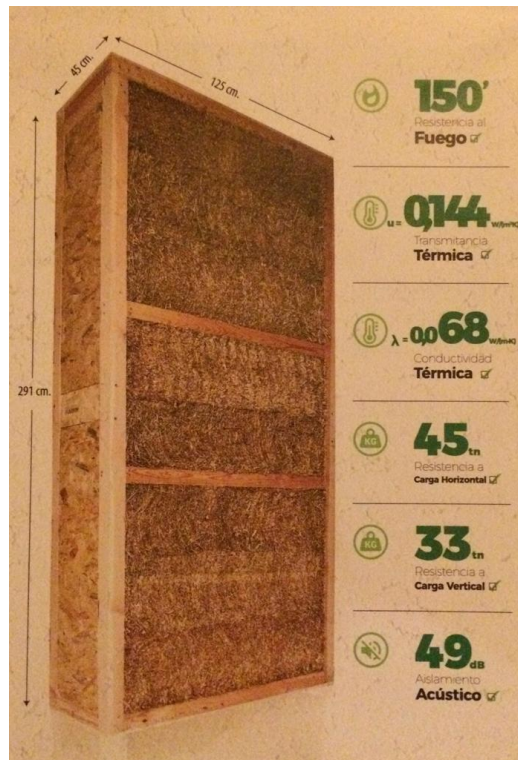
Il·lustració 35. Mòdul tipo artesà fet in situ per Okambuva. Font: Francisco Cervera

Aquesta segona fotografia és del procés de construcció en l'obra d'un mòdul mixt. En aquestes condicions no es pot controlar la humitat de la palla ni la pressió a la que es compacta dins del mòdul. En aquest cas, les qualitats aïllants i de pont tèrmic són eficients, però no poden certificar-se.

### *Regulacions i normatives*

Actualment la palla no està homologada com a material de construcció a l'Estat Espanyol. Cada projecte que inclogui palla com a element estructural ha de ser valorat per un arquitecte i els corresponents organismes reguladors municipals. Tanmateix, sí que existeix una regulació en aquest sentit en altres països europeus com França i Alemanya.





Il·lustració 36 Propietats de la palla com a material per a la construcció.

### 5.3.3. Constructors i Arquitectes a nivell europeu, espanyol i català

A continuació es presenten els principals actors, arquitectes i constructors, dins de l'àmbit de la construcció de palla, segons els diferents sistemes constructius utilitzats:

#### *Sistema de mòduls de Palla*

Dins de l'àmbit de la Red de Construcció amb Palla en l'estat espanyol hi ha quatre grups professionals dedicats a la fabricació de mòduls pre-construïts de fusta i palla.

L'empresa líder en la fabricació de mòduls mixtos és Ecococon, fundada a Lituània fa més de deu anys, i que porta investigant sobre els processos constructius i d'aïllament que millor responguin a les necessitats del mercat. Té certificats a nivell europeu per poder utilitzar els seus materials. Ecococon té com a soci representant al l'Arquitecte Gabriel Kosowski, amb oficina tècnica a Castelldefels y el seu Show Room a Viladecans ([www.ecococon.es](http://www.ecococon.es)).

El més fort competidor de Ecococon és EcoPaja a Euskadi, empresa que ha copiat el sistema Ecococon y ha certificat amb subvencions, els seus materials i procediments ([www.ecopaja.com](http://www.ecopaja.com)).

El tercer actor en el mercat nacional és la cooperativa Okambuva<sup>23</sup>. Aquesta empresa taller, està a mig camí entre una escola de formació i una petita empresa constructora que utilitza mòduls fets sense control de qualitat en l'obra o el taller, utilitzant el taller de fabricació també per impartir classes de formació en auto-construcció.

Per últim, cal mencionar a Carolina Honrado<sup>24</sup>, representant de Rice House, empresa fundada per Tiziana Monterisi, els qui utilitzen calaixos de fusta modulars que allotgen les instal·lacions i van farcits de palla d'arròs com aïllant. Tiziana és referència mundial en el sector.

### *Sistema Nebraska i sistema Cut*

Amb aquests sistemes no hi ha empreses a nivell nacional dedicades a la construcció professional d'habitatges. Els actors d'aquest sector es dediquen a impartir tallers d'auto-construcció y coordinen equips que a nivell voluntari ajuden a la construcció d'habitatges unifamiliars.

Els principals actors a Catalunya són:

- Arnau Bujons (Tàrraga, Lleida), arquitecte, imparteix tallers i desenvolupa projectes d'auto-construcció amb palla. La seva activitat està centrada principalment en els tallers.

[www.arnaubujons.jobrary.com](http://www.arnaubujons.jobrary.com)

- Rikki Nitzkin, nord-americana, va arribar a Catalunya en l'any 1996, va construir la seva pròpia casa amb palla recolzada per el prestigiós arquitecte Iñaki Urkia. Rikki és dedica a impartir cursos i tallers d'auto-construcció.

[www.tallerconco.org](http://www.tallerconco.org)

- Valentina Maini, arquitecta italiana establerta a Barcelona, es dedica a projectar i construir amb tècniques de Bioconstrucció.

[www.valentinamaini.net](http://www.valentinamaini.net)

Altres actors importants en la resta de l'Estat són:

- Mónica Cebada, Àvila, imparteix tallers de bioconstrucció.

[www.monicebada.com](http://www.monicebada.com)

---

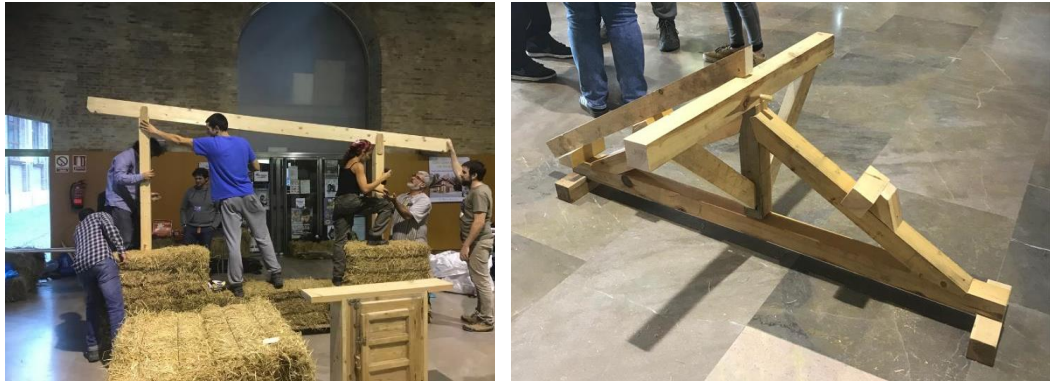
<sup>23</sup> [www.okambuva.coop](http://www.okambuva.coop)

<sup>24</sup> [www.carolinahonrado.com](http://www.carolinahonrado.com)



- Taller Karuna (Patricia Cebada i Rubén Solsona), Madrid, imparteixen tallers i assessoren als seus clients.

[www.tallerkaruna.org](http://www.tallerkaruna.org)



Il·lustració 37. Taller d'auto-construcció sistema Cut i Taller d'auto-construcció fusteria, "cercha española"  
Font: Francisco Cervera

Com a principals referents internacionals destaquen:

- Werner Schmidt. Arquitecte suís amb una impressionant trajectòria en la construcció d'edificis públics i corporatius amb Jumbo Bales (bales gegants de palla).
- Tiziana Monterisi. Arquitecta Italiana nascuda a prop de Milà, ha viscut sempre pendent del que passa amb l'arròs cada temporada. De veure cremar la palla en els camps italians es va convertir amb el temps en una especialista en convertir els residus agrícoles, principalment la palla d'arròs, en materials de construcció i poder afegir-hi valor a aquest subproducte. Actualment té una fàbrica que processa la palla per utilitzar-la com a aïllant i produeix fangs i morters fets amb pellofa y salvat d'arròs.
- Iñaki Urkia, va dissenyar i construir un edifici de palla en la Expo de Zaragoza. Té importants referències de bioconstrucció en edificis públics a Navarra. És un gran referent a nivell mundial. Home proper i de gran simpatia està sempre obert a col·laborar i assessorar a la gent.
- Rafael Sala Nowotny. Arquitecte Mallorquí de gran prestigi, entre les seves obres de referència està la restauració amb murs de palla "la Ca ses Lluçies", palauet en el campus de la UIB.

## *Valorització de la palla com a material de construcció a Pujalt*

### *La situació privilegiada de Pujalt*

Pujalt té una producció anual d'entre 3000 i 5000 tones de palla de blat i ordi. La primera és la millor matèria prima que es pot aconseguir.

La localització de Pujalt és ideal per fabricar elements constructius de palla, la seva situació a escassos metres de l'eix transversal permet que els productes terminats es transportin via Manresa cap a Barcelona (Vallès Oriental y Occidental), cap els pirineus (Cerdanya) i en direcció Lleida cap a la Vall d'Aran i cap a Osca o via Saragossa a la resta de l'Estat. Situacions que interessa com els primers clients i prescriptors nacionals.

Els camins que donen accés al parc eòlic fan que la recollida de la palla sigui molt simple i econòmica.

Firmes estrangeres com Ecococon es veuen obligades a utilitzar palla local si volen complir amb els objectius que els clients nacionals exigeixen. D'aquí l'interès de aquesta empresa en col·laborar en la posta en marxa d'aquest projecte.

### *Col·laboració Ecococon i Pujalt*

Per començar a treballar junts hem decidit emprendre accions comercials conjuntes que ens permetin poder construir les primeres 2-3 cases amb els certificats Ecococon i els materials de Pujalt.

Per complir amb aquest objectiu es treballa en dos fronts: el primer és incorporar arquitectes prescriptors d'aquesta tecnologia i el segon ha sigut muntar una Show Room en un espai compartit (OikoTop, Viladecans) on professionals visiten diferents estands de materials i solucions i es troben amb la bioconstrucció d'alta tecnologia. En aquest moment hi ha dos arquitectes prescriptors que ja col·laboren en el projecte.

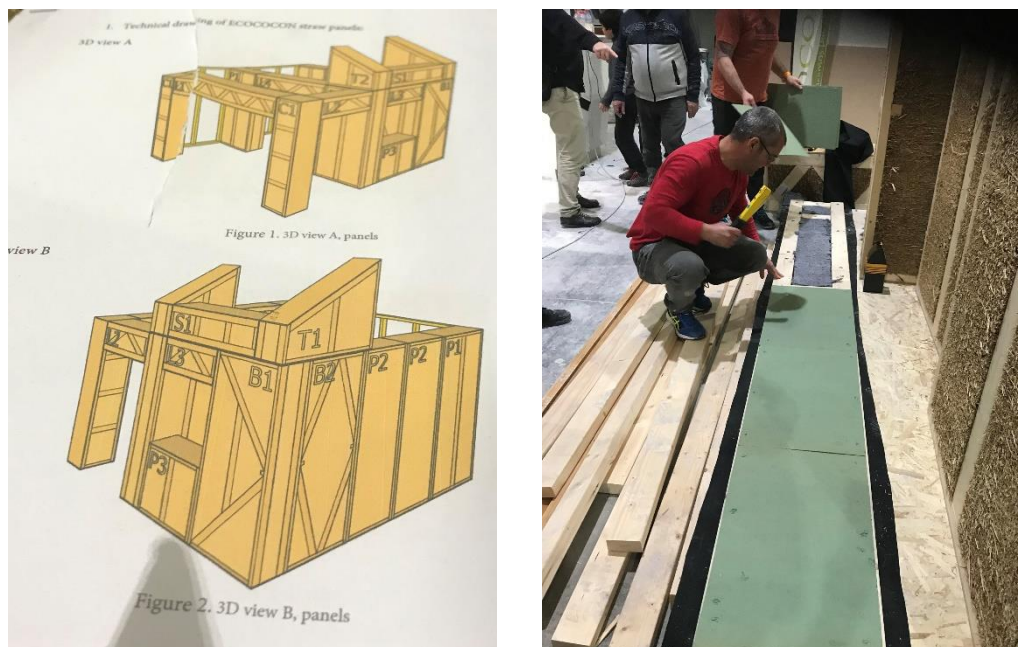
Aprofitant la construcció de l'estand es va realitzar un taller de construcció amb professionals per discutir sobre els procediments constructius i la seva possible adaptació o modificació.

### *Procediment de disseny i construcció*

Des de l'oficina tècnica, el projecte arquitectònic es divideix en mòduls. Els mòduls pre-muntats es transporten a l'obra, en ocasions, laterals sencers d'un habitatge en una sola peça amb les finestres ja instal·lades.

Després, sobre la cimentació impermeabilitzada, es col·loquen llistons de fusta, que s'omplen d'aïllant tèxtil de cotó recuperat o suro (millor però més car), després es col·loca una làmina de fibra de fusta que serveixi d'anivellador per desplantar els murs a nivell.

Els mòduls es cargolen als llistons utilitzant cargols especials, seguint un criteri de muntatge molt precís. La part superior es lliga amb un travat de fusta perimetral que serveix per sostenir les bigues de l'estructura del sostre o forjat. Els únics materials de metall utilitzat en la estructura són cargols. Una vegada fabricada o muntada la cimentació, el desplanti de murs és ràpid i net. La lleugeresa de l'estructura ens permet fer cimentacions molt petites i la velocitat constructiva redueix la mà d'obra, que ha de ser qualificada en aquesta etapa per garantir els plans verticals i horitzontals del conjunt.

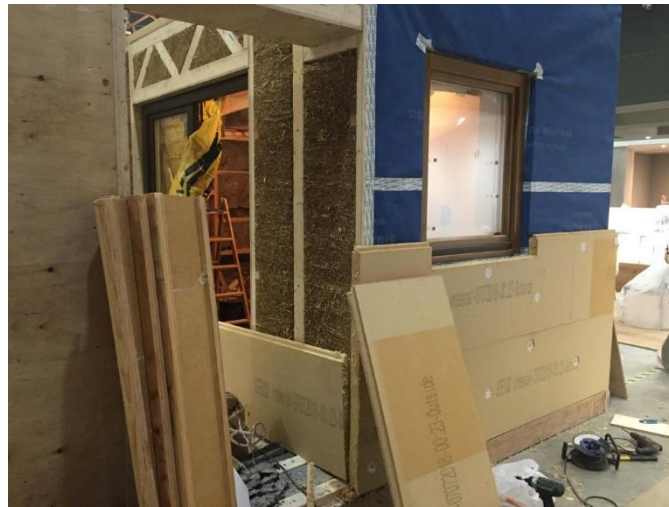


Il·lustració 38. Pla de pre-muntatge de mòduls Ecococon i procediment de desplanti dels murs Ecococon.  
Font: Francisco Cervera



Il·lustració 39. Muntatge acabat de l'estructura amb mòduls Ecococon. Font. Francisco Cervera

El següent pas és col·locar la capa d'aïllant pertinent i necessària, segons el nivell d'eficàcia energètica que vulguem aconseguir, el sistema està dissenyat per certificació A++ o Passivhaus.



Il·lustració 40. Instal·lació de membrana impermeable i capa aïllant

En la fotografia es veu una primera capa de membrana impermeable transpirable, col·locada amb cinta segelladora d'altres prestacions i després una capa de fibra de fusta, sobre la que s'aplica un acabat a base de morter de cal o es pot instal·lar una façana ventilada.

A continuació es fa una aplicació de calç sobre la capa de fibra de fusta. A l'interior s'aplica directament sobre la palla el morter d'argila amb un espessor de 25 mm, que inclou el pigment natural d'acabat.



Il·lustració 41. Aplicació del morter de calç sobre la fibra de fusta.

### *Críteris econòmics per començar a fabricar cases a Pujalt amb mòduls*

En aquesta secció es pretén fer un primer i senzill anàlisis econòmic per validar si la transformació de la palla en mòduls pre-construïts “Ecococon” és viable econòmicament per a la comercialització:

Una balla rodona de palla de 250 kg costa 15€, amb una bala rodona es construeixen 3m<sup>2</sup> de mòduls, que tenen un preu de 150€/m<sup>2</sup>.

Totes les restes de la construcció dels mòduls es reutilitzen per la fabricació de biomassa. Els processos constructius són 100% verds.

Per rendibilitzar una fàbrica s’ha de produir 6000 m<sup>2</sup> de mòduls l’any:

Facturació anual: 6.000m<sup>2</sup> x 150€/m<sup>2</sup> = 900.000€

Marge comercial 150.000€

Inversió inicial 300.000€

Una casa mitjana té 180 m<sup>2</sup> de panells d’estructura i tancament.

Comercialment s’ha de vendre 34 cases a l’any:

$$6.000\text{m}^2 / (180 \text{ m}^2/\text{casa}) = 33,3 \text{ cases}$$

És molt més interessant el mercat d’instal·lacions lúdiques, esportives i educatives per aconseguir els objectius mínims.

La competència és el sector tradicional de la construcció. Les perspectives són només de creixement. La quota de mercat és molt petita contra la demanda de cases eficients.

Catalunya és sensible a aquest tipus d’innovacions.

Actualment s’està treballant comercialment per les primeres ventes.

## 5.4. Ús de la palla per generar biocarbó – Creació d'un espai d'experimentació i demostració del biocarbó i les seves aplicacions

L'objectiu principal d'aquesta línia de treball és:

**Crear i establir un espai d'experimentació, formació, divulgació i demostració de les diferents aplicacions del biocarbó produït a partir de palla i altres residus o subproductes agrícoles i forestals.**

Per a aconseguir aquest objectiu, el projecte contempla desenvolupar un seguit d'activitats destinades als agricultors i ramaders del municipi. Entre les activitats a dur a terme destaquen les següents:

A1. Creació d'un espai d'experimentació de sistemes eficients i assequibles per a la producció de biocarbó a partir de palla i altres residus, subproductes agrícoles i forestals.

A2. Proposta d'un seguit d'activitats demostratives per a l'aplicació del biocarbó en els següents àmbits:

- agricultura,
- ramaderia i
- depuració d'aigües.

A continuació es detallen les activitats proposades per a la creació d'un espai d'experimentació, formació, divulgació i demostració del biocarbó a Pujalt.

### 5.4.1. Creació d'un espai d'experimentació de sistemes eficients i assequibles per a la producció de biocarbó

Aquesta activitat té com a objectiu la creació d'un espai on es puguin experimentar diferents tecnologies de baix cost de producció de biocarbó a partir de diferents tipus de biomassa disponibles al municipi de Pujalt, com ara:

- palla procedent del conreu de cereal;
- restes de poda procedent d'activitats de jardineria municipal i/o privada;
- brancada procedent de la gestió forestal privada del municipi.

La creació de l'espai requereix un seguit de tasques i recursos que inclouen:

1. disseny de l'espai: ubicació i sistemes productius a utilitzar;
2. identificació dels recursos necessaris per poder implementar i operar a l'espai;
3. un pressupost i calendari d'actuacions per a la implantació i l'operació de l'espai.

A continuació és detallen aquests tres elements:

### ***1. Disseny de l'espai d'experimentació***

Pel disseny de l'espai d'experimentació, l'equip del projecte s'ha plantejat les següents qüestions:

1. Quina podria ser una ubicació adequada i segura per a la producció de biocarbó al municipi de Pujalt?
2. Quins sistemes de producció dels disponibles actualment serien els més adequats per a un espai d'experimentació de baix cost i manteniment?
3. Què recursos serien necessaris per crear i operar un espai d'experimentació a Pujalt?

A continuació es descriuen els criteris empleats i el disseny proposat per a l'espai d'experimentació:

### ***Proposta d'ubicació de l'espai d'experimentació de biocarbó***

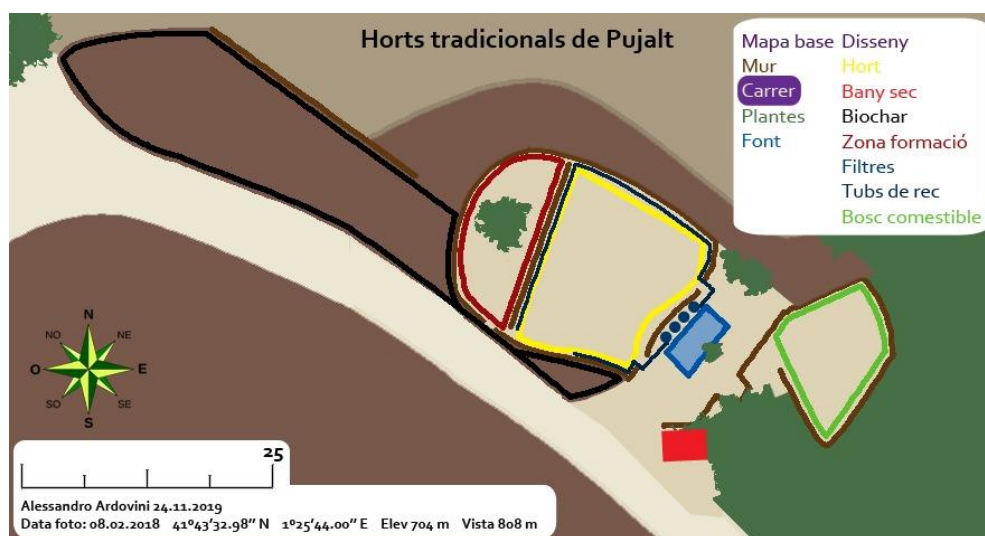
Per a la selecció d'una ubicació segura, accessible i idònia per a la producció de biocarbó s'han tingut en compte els següents criteris:

- que sigui un espai públic i de fàcil accés, on es pugui accedir amb vehicles per descarregar biomassa i carregar el biocarbó produït;
- que sigui un espai allunyat un mínim de 200 metres d'habitatges i cases, per evitar molèsties a veïns i veïnes del municipi;
- que sigui un espai allunyat un mínim de 15 metres del bosc i paratges protegits, per reduir el risc d'incendis i facilitar l'obtenció dels permisos pertinents;
- que hi hagi accés a l'aigua per tal d'apagar el procés de producció de biocarbó una vegada finalitzat, i reduir així el risc d'incendis;
- que tingui una superfície mínima de 100m<sup>2</sup>, on es puguin instal·lar diferents sistemes de producció, emmagatzemar biomassa i el biocarbó produït;



- que faciliti la generació de sinergies amb altres activitats formatives i demostratives que es proposen en aquest projecte.

Considerant els criteris abans mencionats, es proposa que l'espai d'experimentació es generi al costat dels horts tradicionals de Pujalt. L'espai seleccionat té una superfície de 200m<sup>2</sup> i fàcil accés des de la carrereta que connecta amb els nuclis de Pujalt i Conill. A més a més, té fàcil accés a l'aigua de la font que alimenta els antics safareigs de Pujalt, tal com es pot observar a la Il·lustració 42. Per últim, la ubicació de l'espai en aquest lloc, permet combinar les activitats demostratives relacionades amb el biocarbó amb altres activitats que es proposen al voltant dels horts i el compostatge.



Il·lustració 42. Proposta d'ubicació de l'espai d'experimentació producció biocarbó (àrea limitada pel polígon negre)

### ***Proposta de sistemes de producció***

L'espai d'experimentació de producció de biocarbó necessita d'un conjunt de sistemes de producció adaptats a les necessitats i contextos de Pujalt. Així, per a l'avaluació i selecció dels sistemes productius més convenients s'han considerat els següents criteris:

- el cost de la proposta no pot superar els 7.000 euros;
- el sistema pot funcionar en espais oberts i requereix d'un manteniment mínim;
- el sistema pot ser operat per una sola persona;
- el sistema pot produir un mínim de 50 litres de biocarbó cada cop que s'opera.

Existeixen nombroses tecnologies de producció de biocarbó, però amb els criteris establerts, la recerca i l'anàlisi de sistemes es redueix als sistemes de baix cost i petites produccions, suficients per aconseguir l'objectiu de l'experimentació proposat en aquest projecte. En la



recerca de tecnologies realitzada, s'han identificat els tres sistemes següents que compleixen els criteris establerts:

1. sistemes de reactors o forns oberts;
2. sistemes anomenats *Top-Lift Updraft-Gasifier* (TLUD);
3. sistemes de Retort.

A continuació es fa una breu descripció de cada un dels sistemes identificats i seleccionats per a la producció de biocarbó a l'espai d'experimentació.

### **1. Sistemes de reactors o forns oberts**

Són sistemes basats en l'efecte "cortina de flama" que impedeixen l'entrada d'oxigen a la zona de carbonització. Aquests sistemes són capaços de produir biocarbó amb una considerable eficàcia i rendiment, i molt adequats per a la transformació de les restes de poda, però no aptes per a l'ús de biomassa molt fina i homogènia, com la palla. Són sistemes endògens que no permeten la producció contínua, un cop acabat el procés s'ha de tornar a iniciar.

#### **a) Reactor Kon Tiki**

El reactor KON TIKI és un disseny proposat per l'*ITHAKA INSTITUTE for Carbon Intelligence*. Aquests sistemes es caracteritzen per una producció de biocarbó que compleix els estàndards de qualitat de l'*European Biochar Certificate* (EBC) i té baixes emissions.



Il·lustració 43 . Sistema de producció de biocarbó amb forn Kon TIKI. Font: Carbón Vivo SCCL

Característiques del forn Kon TIKI	
Volum total de biomassa (litres)	1.000
Volum de biocarbó (litres)	600
Rendiment en pes	20-25%
Temps per bany de producció (h)	3-4
Pes de l'equip (kg)	120
Preu aproximat (€)	1.600

Taula 14. Característiques del forn Kon TIKI

#### **b) Reactor amb bidons metàl·lics**

Aquests reactors es construeixen a partir d'un o més bidons metàl·lics acoblats, la qual cosa facilita l'ús de diferents mides de branques en el procés de pirolització. Són sistemes molt baixos de cost i eficients.



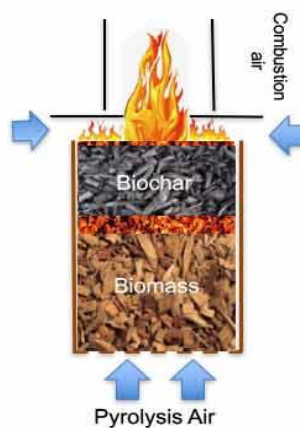
Il·lustració 44. Exemple de reactor amb bidons metàl·lics. Font: Carbón Vivo SCCL

Característiques del reactor amb 3 bidons	
Volum total de biomassa (litres)	1.500
Volum de biocarbó (litres)	1.000
Rendiment en pes	20-25%
Temps per bany de producció (h)	3-4
Pes de l'equip (kg)	40
Preu aproximat (€)	200

Taula 15. Característiques d'un reactor construït amb 3 bidons

## 2. Sistema TLUD (top-lit updraft gasifier)

Aquests sistemes endògens permeten produir biocarbó a partir de materials homogenis: palla, xip de fusta, pellofes de fruits secs, etc.



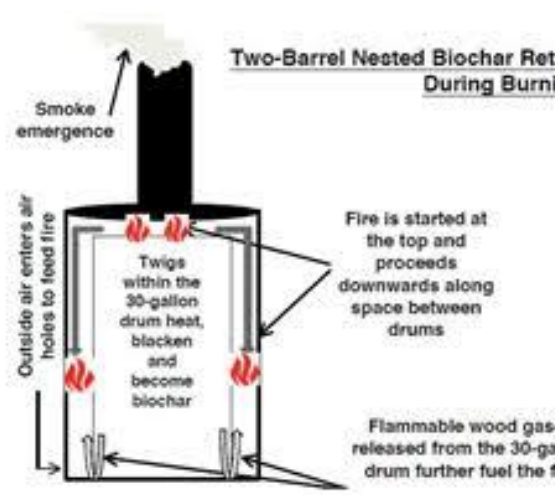
Il·lustració 45. Exemple de sistema TLUD (Font: ([www.drtlud.com](http://www.drtlud.com)) i esquema del seu funcionament (Font: (<https://biochar.international/>))

Característiques del TLUD	
Volum total de biomassa (litres)	200
Volum de biocarbó (litres)	20 - 40
Rendiment en pes	10-20%
Temps per bany de producció (h)	1 – 1,5
Pes de l'equip (kg)	30
Preu aproximat (€)	500

Taula 16. Característiques d'un sistema TLUD

### 3. Sistemes Retort

Els sistemes de Retort es componen d'una doble càmera. En la càmera interior es produeix la piròlisi en absència d'oxigen. Aquesta càmera estanca es troba dins d'un altre recipient on es produeix una combustió inicial de fusta situada entre les dues cambres i que permet aconseguir les condicions de piròlisi a l'interior. La càmera de piròlisi té una sèrie de forats a la part inferior per permetre la sortida de gasos produïts durant la piròlisi i que al seu torn conforma la combustió que alimenta el procés d'una manera endògena.



Il·lustració 46. Exemple de sistema Retort (Font: ([www.vuthisa.com](http://www.vuthisa.com)) i esquema del seu funcionament (Font: ([www.https://kerrcenter.com/](https://kerrcenter.com/)))

Característiques de sistema RETORT	
Volum total de biomassa (litres)	150
Volum de biocarbó (litres)	50
Rendiment en pes	20-25%
Temps per bany de producció (h)	1,5 -2
Pes de l'equip (kg)	40
Preu aproximat (€)	600

Taula 17 Característiques d'un sistema RETORT

## **2. Identificació dels recursos necessaris per implementar i operar l'espai d'experimentació**

Els recursos necessaris per a la implantació i operació de l'espai d'experimentació de producció de biocarbó inclouen els següents:

- l'espai seleccionat al costat dels horts tradicionals, degudament condicionat;
- un espai cobert per emmagatzemar equips i materials;
- instal·lació dels sistemes de producció de biocarbó identificats i descrits anteriorment: un reactor KON TIKI o de bidons metàl·lics, un TLUD i un sistema RETORT;
- equips de bombament d'aigua i mànegues per garantir la seguretat en les activitats productives;
- biomassa per ser pirolitzada: palla, restes de poda i branques procedents de gestió forestal (quantitat a definir);
- equips de tall per al maneig de biomassa de la poda en jardineria i/o gestió forestal;
- materials per utilitzar com a fertilitzants (purins, fems, compost, aigua amb nitrats) i depòsits;
- equip d'emmagatzematge de biocarbó: sacs, bosses grans, lones;
- eines bàsiques per a la manipulació de biocarbó: pala, aixada, rastell;

- analítiques de caracterització dels diferents tipus de biocarbons produïts segons la biomassa: palla, poda jardineria o gestió forestal.

A més d'aquests recursos, per portar a terme les activitats pròpies de producció i experimentació, és necessària la participació dels següents col·lectius i perfils:

- professionals de la producció de biocarbó que dinamitzin i liderin l'espai de producció, com per exemple, CARBÓN VIVO SCCL cooperativa catalana de treball sense ànim de lucre dedicada a la producció i comercialització de biocarbó amb més de 2 anys d'experiència en la producció, comercialització i difusió de biocarbó. CARBÓN VIVO SCCL ha realitzat nombrosos cursos de formació teòrics i pràctics dirigits a professionals dels sectors agrícola, jardiner i de gestió forestal;
- personal de l'Ajuntament que col·labori de les tasques necessàries per al correcte desenvolupament de l'activitat, com transportar biomassa a l'espai d'experimentació, preparar la biomassa i vetllar per la seguretat de l'activitat, entre altres;
- els professionals, veïns i visitants amb interès per aprendre aquesta nova eina de transformació de les restes de biomassa per produir un producte amb el que millorar els sòls agrícoles;
- laboratori per l'anàlisi dels diferents biocarbons.

### ***3. Pressupost i calendari d'actuacions per a la implementació i operació de l'espai d'experimentació***

Per tal d'implementar aquesta activitat, intentem que aquí es doni un pressupost aproximat del cost del mateix, subjecte a variacions, segons les tarifes de les empreses implicades i els equips seleccionats.

El pressupost pot variar en funció dels sistemes de producció escollits i de les sessions formatives i demostratives que es volen celebrar. Es consideren dos jornades de demostració i formació (veure apartat Formació Biochar a l'Annex 5) a realitzar a Pujalt. Aquest concepte també es pressuposada a l'apartat 5.5. referent a la formació. La part pràctica es realitzaria en la zona dissenyada com a àrea experimental de producció de biocarbó, mentre que la part teòrica es realitzaria en alguna de les sales polivalents de l'ajuntament de Pujalt.

En aquest pressupost no s'inclou la mà d'obra del personal municipal encarregat de la gestió dels equips i de l'espai, considerant que si l'ajuntament decideix posar en marxa aquesta activitat assumiria les despeses de gestió i desenvolupament de l'activitat, beneficiant-se d'altra banda del biocarbó produït, per a aplicar-ho en la seva activitat de jardineria municipal, com a substrat.

Contemplant l'adquisició de tots els equips de producció proposats, excepte el reactor KON TIKI que podria ser subministrat per CARBON VIVO SCCL per les jornades demostratives, el pressupost<sup>25</sup> aproximat seria:

---

<sup>25</sup> Preus aproximats incloent IVA, excepte jornades demostració i formació

Concepte	Unitats	Preu unitari €	Preu total €
Equips de producció de biocarbó:			
Reactor bidons metàl·lics	1	300	300
TLUD	1	600	600
Retort	1	600	600
Equips de tall per al maneig de biomassa de la poda en jardineria i/o gestió forestal:			
Motoserra poda STIHL MS211	1	350	350
Equip seguretat tall motoserra	1	170	170
Elements auxiliars:			
Mànega aigua 50m, 25mm diàmetre	1	140	140
Motobomba aigua OHV 25 7.000l/h 1,47CV	1	175	175
Saques 1.000 litres	5	45	225
Sacs 60 litres	100	0,5	50
Lona per a estendre a assecar i cobrir el biocarbó	2	25	50
Altres eines (pala, aixada, rastell)	1	60	60
Analítics biocarbó	3	300	900
Preparació i realització jornades de demostració i formació en producció	2	600	1200
Posada en marxa, assessorament e implementació	1	3.000	3.000
<b>Total</b>			<b>7.820 €</b>



Taula 18. Pressupost per a la creació de l'espai d'experimentació incloent dues jornades de formació i demostració.

A continuació es detalla el calendari de les diferents accions:

PRODUCCIÓ BIOCARBÓ	SETMANA									
	1	2	2	4	5	6	7	8	9	10
<b>FASE 1: SUBMINISTRAMENT D'EQUIPS</b>										
Comanda i compra equips producció										
Compra equipos auxiliares										
<b>FASE 2: PUESTA EN MARCHA EQUIPOS DE PRODUCCIÓN</b>										
Acondicionamiento del espacio										
Insalación y puesta en marcha equipos										
<b>FASE 3: JORNADAS DEMOSTRATIVAS</b>										
Jornada demostración y formación nº1										
Jornada demostración y formación nº2										

Taula 19. Calendari accions espai d'experimentació de producció de biocarbó.

#### 5.4.2. Generar espais demostratius de l'aplicació del biocarbó

Aquesta activitat té l'objectiu principal d'aplicar el biocarbó produït a l'espai de producció experimental en diferents zones i explotacions agràries i ramaderes del territori, com ara:

- els horts municipals recuperats,
- horts particulars,
- cultius extensius de cereal en el territori i
- granges ramaderes.

A més d'aquestes aplicacions i usos, el projecte proposa l'experimentació en depuració d'aigües mitjançant el biocarbó. En concret, es pretén provar i avaluar el potencial del biocarbó com a filtre per al tractament d'aigües contaminades a petita escala.

Un altre objectiu secundari és avaluar els efectes del biocarbó en els diferents sistemes on s'aplica. Aquesta avaluació pot ser simplement visual mitjançant l'observació dels productors i comparació entre sistemes amb i sense biocarbó, o pot ser objecte d'un assaig científic i d'estudi si s'aconsegueixen els recursos necessaris.

A continuació es detalla la proposta per l'aplicació i demostració del biocarbó en diferents àmbits i espais al municipi de Pujalt.

## APLICACIÓ DEL BIOCARBÓ EN L'AGRICULTURA

### **Estat de l'art**

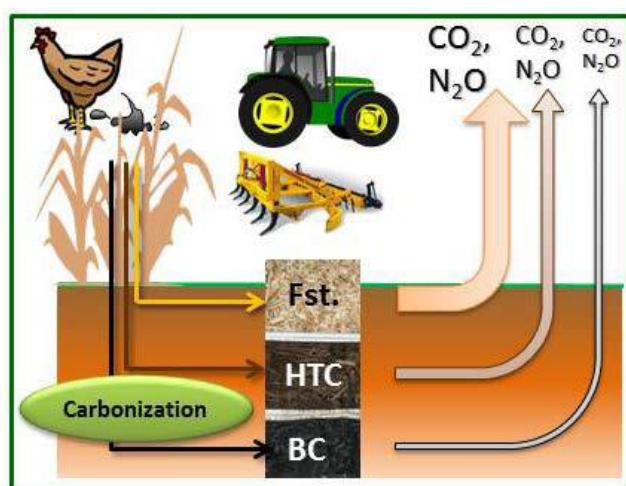
L'ús del biocarbó en l'agricultura té un impacte positiu a l'àmbit mediambiental i un impacte en la millora dels sòls i conseqüentment en els cultius (Lehmann & Stephen, 2015).

És important destacar que l'agricultura és responsable del 8% del total de les emissions de gasos amb efecte hivernacle (GEH) a Catalunya (Oficina Catalana del Canvi Climàtic, 2018). Les dades es disparen fins un 30% globalment quan s'inclou la indústria de la fertilització (IPCC, 2018).

El tercer informe sobre el canvi climàtic (Generalitat Catalunya, 2016) esmenta el biocarbó com una eina interessant per combatre les emissions de GEH:

*“En general, cal reduir les emissions de gasos amb efecte hivernacle per a fer un balanç més positiu. En aquest sentit, l'agricultura de conservació, la incorporació de carboni al sòl (biocarbó o biochar, components orgànics...) i l'agricultura de precisió, juntament amb pràctiques agronòmiques que optimitzin la producció amb una reducció de la biomassa, poden contribuir a les polítiques de mitigació”.*

D'una banda, l'ús del biocarbó permet assegurar una estructura de carboni estable, garantint que no es transforma en  $\text{CO}_2$  entre centenars i milers d'anys (Cheng, 2008), (Kuzakov, 2009). D'una altra banda, la incorporació de biocarbó al sòl genera un embornal natural de carboni orgànic que redueix les emissions de GEH naturals del sòl a l'atmosfera, principalment de diòxid de carboni, metà i òxid nitrós (Rivka B. Fidel, 2019).



Il·lustració 47. Una representació de quantitats relatives de  $\text{CO}_2$  i  $\text{N}_2\text{O}$  alliberat del sòl a més d'una esmena orgànica sense carbonització (FST) i després de ser carbonitzada (ja sigui com hydrochar-HTC-o com biochar-BC). Font: [www.biochar-international.org](http://www.biochar-international.org)

En relació als efectes edàfics i agronòmics del biocarbó, hi ha nombrosos indicis científics del potencial de biocarbó per millorar els rendiments de producció de cultius en climes temperats (Laird, 2009), (Husk, 2010) tot i que encara hi ha certa incertesa sobre el seu ús d'acord amb els diferents tipus de sòls, cultius, biocarbó i la seva dosificació.

A part del potencial de millora de la productivitat, hi ha certa unanimitat i consens dins de la comunitat científica internacional sobre els nombrosos efectes interessants que el biocarbó aporta als sòls agrícoles:

- millora de la capacitat de retenció de l'aigua dels sòls;
- millora la capacitat de retenció de nutrients, reduint la possible lixiviació de nitrats als aqüífers;
- millora de la eficiència de fertilització;
- augmenta del carboni orgànic present al sòl agrícola;
- millora la capacitat per promoure la biologia edàfica, clau de la fertilitat natural del sòl;
- millora la capacitat de disminuir la densitat aparent dels sòls compactats;
- millora dels processos de compostatge i de la qualitat del compost.

### ***Assajos científics amb biocarbó en agricultura***

AI ANNEX 1: ASSAJOS CIENTÍFICS BIOCARBÓ EN AGRICULTURA es recopilen les principals proves científiques dutes a terme amb biocarbó tant a Catalunya com a l'estat Espanyol, seleccionades per la seva rellevància pel que fa a la tipologia de sòls i als cultius similars als actuals de Pujalt.

### ***Normatives i Regulacions ús biocarbó a l'agricultura***

#### Producció convencional

El carbó vegetal destinat a la producció agrícola està aprovat per la UE en els següents casos:

- aportacions per sòls agrícoles;
- additiu per a compost;
- suport a la fertilització.

### Producció ecològica

El carbó vegetal com a tal no s'esmenta en la normativa europea de producció ecològica, excepte en els llistats d'additius permesos en la producció de vins i en determinats formatges.

Tanmateix sí que apareix la cendra de fusta sense tractament com aprovada en producció agrària ecològica. Segons la consulta realitzada al CCPAE (Consell Català de la Producció Agrària Ecològica), si el carbó vegetal s'ha produït a partir de fustes naturals, es pot fer servir com en el cas de la cendra.

### ***Disseny de l'activitat***

Aquesta activitat té com a objectiu donar resposta als problemes actuals derivats de l'excés de fertilització dels sòls agrícoles, a la consegüent contaminació dels aqüífers per excés de nitrats i està destinada a difondre i facilitar l'ús del biocarbó a l'agricultura, com a eina capaç de reduir les dosis de fertilitzant actual i reduir la lixiviació de nutrients cap a les capes freàtiques.

Es proposa implicar a diferents actors com agricultors i habitants del municipi en l'aplicació del biocarbó produït a Pujalt en els conreus i jardins. Amb la finalitat d'aconseguir aquest objectiu, es detalla a continuació una guia d'ús del biocarbó a l'agricultura, segons recomana el ITHAKA INSTITUTE for Carbon Intelligence, i segons les particularitats del municipi.

#### a) Fertilització del biocarbó

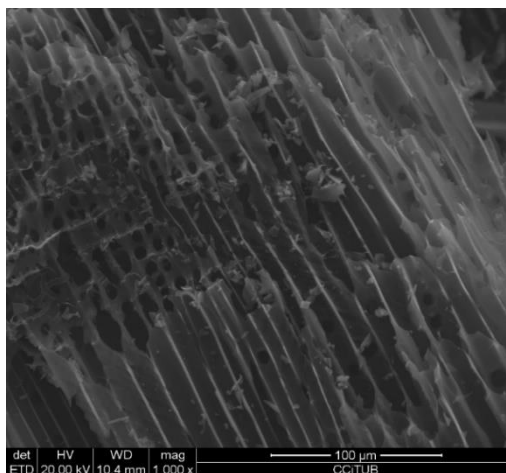
El biocarbó ha de ser fertilitzat abans de la seva aplicació, evitant que a causa del seu alt CIC (capacitat intercanvi catiònic) pogués robar nutrients dels cultius. A aquest efecte, es proposa experimentar amb diferents fonts de fertilització identificades a Pujalt:

- aigua amb alt contingut en nitrats. La proporció de biocarbó depèn del contingut de nitrats de l'aigua: mantenir el biocarbó 48 hores submergit en aigua;
- purins de porcs. Barreja de biocarbó i purí de 4:1 v/v mantenint el biocarbó 48 hores submergit;
- fems d'aus i conills. 14 dies, cal voltejar 1 vegada cada 7 dies i humitejar la barreja en cada volteig;
- si l'estat dels fems és fresc: biocarbó i fems a 4:1 v/v;
- si l'estat dels fems és madur: biocarbó i fems a 1:1 v/v.

Una altra opció seria fertilitzar el biocarbó introduint-lo en el procés de compostatge proposat en la línia de treball 5.1. *Ús de la palla com a substrat de cultiu i recuperació dels horts tradicionals de Pujalt*. En aquest cas, el biocarbó es pot introduir fins a una dosi màxima del 20% per pes total de la pila de compostatge.

#### b) Trituració del biocarbó

Una de les principals característiques del biocarbó és la seva alta superfície específica que pot arribar entre 100-500 m<sup>2</sup>/gr gràcies a la seva gran porositat.



Il·lustració 48. Detall de biocarbó a nivell microscòpic (Font: CARBONI VIVO SCCL).

És per això que, en la majoria dels casos interessa triturar el biocarbó abans d'aplicar-lo, augmentant així la seva superfície total, directament relacionada amb la capacitat de retenció de nutrients. En els casos de biocarbó produït a partir de restes de la poda, el biocarbó pot ser triturat amb una trituradora de jardineria o manualment amb un picó per petites quantitats.

En els casos de producció de biocarbó de palla no serà necessari triturar-ho degut a la seva fina granulometria.

#### c) Incorporació del biocarbó

El mètode més eficient d'aplicar biocarbó és inserir-lo a la part inferior de la zona radicular dels cultius, ja sigui inserint-lo en el fons del forat de plantació o introduint-lo amb alguna eina al camp de conreu durant les tasques d'incorporació d'altres aportacions, com per exemple el compost.

En els casos d'aplicació en jardineria, el biocarbó pot ser usat com a substitut de la torba, un recurs mineral limitat, a una dosificació de fins a un 50% del volum del substrat utilitzat.

En els casos d'utilitzar biocarbó al procés de compostatge, el biocarbó s'afegirà preferiblement en diferents granulometries i en una quantitat que no superi el 20% en pes del total de la pila de compost.

#### d) Dosificació

La dosificació del biocarbó depèn de diversos factors: característiques del biocarbó, tipus de sòl i cultiu.

Com a idea orientativa proposem una dosificació de 1 t/ha que resulta aproximadament 0,5 litres/m<sup>2</sup>, que depenent de la densitat de plantació, defineix la dosificació:

- 125 ml / tomaquera (densitat plantació 4 plantes/m<sup>2</sup>)
- 300 ml / carbassa ( densitat plantació 1 planta/2,5 m<sup>2</sup>)
- 5 l / arbre de fruita / any (densitat plantació 1 arbre/10m<sup>2</sup>)

#### ***Materials necessaris per al desenvolupament de l'activitat***

- Biocarbó produït a l'espai d'experimentació;
- materials fertilitzants i
- equips de trituració y garbell.

#### ***Actors implicats en l'activitat***

1. Persones interessades en aplicar biocarbó en els seus cultius i/o jardins;
2. assessors tècnics, com per exemple CARBÓN VIVO SCCL;
3. algun centre de recerca o universitat interessats a dur a terme algun tipus d'assaig d'aplicació del biocarbó en cultius de cereal.

#### ***Lloc desenvolupament de l'activitat***

Es pretén aplicar el biocarbó principalment als horts municipals, com centre d'experimentació i demostració del municipi, aplicant-ho al cultius hortícoles i compostatge proposats a l'apartat: 5.1. *Ús de la palla com a substrat de cultiu i recuperació dels horts tradicionals de Pujalt.*

També es pretén aplicar biocarbó a:

- jardins municipals,
- horts i jardins particulars, i
- a conreus del municipi.

### **Pressupost i calendari d'actuacions per a la implementació**

A continuació es detalla pressupost<sup>26</sup> de materials i serveis necessaris per a la correcta aplicació del biocarbó, entenent que els grups de persones interessades a aplicar biocarbó serien responsables de les tasques relacionades amb l'elaboració i l'aplicació del biocarbó. S'han inclòs dues jornades de 5 hores per a l'assessorament en l'ús i l'aplicació del biocarbó. El cost de les proves científiques, en cas d'interès, serien determinats per l'abast i els objectius acordats.

Concepte	Unitats	Preu unitari €	Preu total €
Biotrituradora benzina GeoTech GSB50, 173 c.c 5,5 HP	1	390	390
Sedàs, garbell (5mm)	1	25	25
Assessorament tècnic CARBÓN VIO SCCL ( 2 jornades 5 hores)			
hores	10	40	400
desplaçament	2	50	100
<b>Total</b>			<b>915 €</b>

Taula 20. Pressupost per a la creació de l'espai d'experimentació d'aplicació biocarbó en agricultura.

Aquesta activitat es realitzarà a l'espai de temps segons els cicles complets dels cultius que permetin una observació en els resultats després de la fructificació d'aquests. A continuació es detalla el calendari aproximat de les diferents accions:

ÚS BIOCARBÓ A L'AGRICULTURA	SETMANA				
	11	12	13	14	15 i següents
<b>FASE 1: CONDICINAMENT BIOCARBÓ</b>					
Jornada 1 : Assessorament					
Fertilització					
Jornada 2 : Assessorament					
Triturat i garbellat					
<b>FASE 2: APLICACIÓ BIOCARBÓ</b>					

Taula 21. Calendari accions espai d'aplicació biocarbó a l'agricultura

<sup>26</sup> Preus aproximats incloent IVA, excepte assessorament.



## **APLICACIÓ DEL BIOCARBÓ EN EXPLOTACIONS RAMADERES**

L'objectiu principal d'aquesta activitat és experimentar amb l'aplicació de biocarbó a les explotacions ramaderes existents al territori.

L'objectiu secundari és avaluar els efectes del biocarbó en els diferents sistemes on s'aplica. Aquesta avaluació pot ser simplement visual mitjançant l'observació dels productors i comparació entre sistemes amb i sense biocarbó, o pot ser objecte d'un assaig científic i estudi si s'obtenen recursos a aquest efecte.

### ***Estat de l'art***

Existeixen certes evidències científiques en relació a l'ús del biocarbó en ramaderia, gestió agrícola i forestal, de que pugui incrementar la sostenibilitat dels sistemes ramaders amb la finalitat de:

- valoritzar residus;
- millorar el benestar animal;
- reduir la contaminació generada pel bestiar;
- reincorporar nutrients a través de l'aplicació en sòls i tancar cicles.

Citem aquí alguns dels principals estudis científics relacionats amb l'ús del biocarbó en ramaderia:

- L'aparent potencial per a la millora de la salut animal i l'eficiència dels nutrients, per reduir les emissions de metà entèric, així com les emissions de GEH de la gestió de fems i per segrestar carboni amb millores de fertilitat del sòl fa que sigui convincent per augmentar l'esforç científic per investigar, mesurar i optimitzar el potencial de reducció de GEH de l'ús de biocarbó en els sistemes agrícoles animals (Schmidt, Wilson, & Kammann, 2017).
- Aparentment, els beneficis potencials de l'ús del biocarbó en els sistemes de producció animal són amplis i multidimensionals. Pocs informes han aprofundit en l'examen dels mecanismes pertinents, i encara hi ha un buit de coneixement en com els tractaments de biocarbó aporten sobre els efectes observats (D.Toth & Dou., 2016).
- L'ús del biocarbó com a aliment en ramaderia té potencial per augmentar l'eficiència de la salut alimentària animal i en la reducció de pèrdua de nutrients, d'accions de GEH, de pèrdua de contingut d'humus, d'augment de la

fertilització dels sòls agrícoles (Smichdt, H.P, Kammann, Gerlach, & Gerlach, 2016).

A l'Annex 3 es resumeixen els potencials efectes beneficiosos de l'ús del biocarbó sobre el bestiar.

### ***Normatives i regulacions***

#### 1. Producció convencional

Aprovat com additiu alimentari (E153)

#### 2. Producció ecològica

- No apareix a la llista de productes homologats com additius alimentaris;
- possibilitat d'ús sota prescripció veterinària per tractaments específics, com per exemple la diarrea.

### ***Disseny de l'activitat***

Aquesta proposta té per objectiu facilitar als ramaders locals l'elaboració i/o ús del biocarbó produït a l'espai experimental de producció, per tal d'aplicar-lo a les seves granges i poder valorar els següents aspectes, els quals afecten en el desenvolupament de la seva activitat i en l'impacte mediambiental d'aquesta:

- com a complement alimentari: la millora de la salut i el benestar dels animals de granja gràcies a les seves propietats potenciadores dels sistemes immunològic i digestiu;
- com a material per al llit de les granges: l'aprofitament de la seva capacitat secant i d'absorció de la humitat, així com la reducció de la volatilització de nitrogen i generació de metà;
- com a material per al tractament de purins: la reducció de les emissions i d'olors, segrest de nutrients i reducció de les lixiviacions quan s'aboquen als camps de conreu.

Amb la finalitat d'aconseguir aquest objectiu, es detalla a continuació una guia d'ús del biocarbó a la ramaderia, segons recomana el ITHAKA INSTITUTE for Carbon Intelligence, i segons les particularitats del municipi.

#### L'ús del biocarbó en alimentació

- Seguretat en l'ús

Com a mesura cautelar és aconsellable dur a terme un anàlisi de laboratori del biocarbó segons els criteris establerts per l'EBC per a l'ús de Biocarbó en alimentació d'animals, garantint l'absència de possibles compostos tòxics:

<http://www.european-biochar.org/en/analytical%20methods>

- Dosificacions de referència\* en pes (p) sobre quantitat de pinso en pes (p)
  - Aus\* \*: 0.4-0,6% p/p
  - Porc/vaca: 0,5-1% p/p
  - Caprí: 0,5% pes corporal
  - Animals malalts: fins a un 3% p/p

*\* Com a mesura cautelar es recomana deixar d'incloure biocarbó a la l'alimentació d'uns dies després d'un mes de la ingesta en la dieta diària.*

*\* \* En gallines ponedores, el suplement dietètic s'ha d'interrompre per 2-3 dies cada 10-15 dies*

- Aplicació
  - introduint-lo en la dosificació de pinso diari o bé,
  - introduït en l'aigua.

#### L'ús del biocarbó al llit de granges

Aplicar el biocarbó triturat fins a un 20% del pes barrejat amb un altre material secant.

#### **Assajos científics amb biocarbó en ramaderia**

No hi ha assajos científics sobre l'ús del biocarbó en els sistemes ramaders de l'estat espanyol, per la qual cosa podria considerar-se una oportunitat d'innovació.

En aquest sentit, ja existeix una proposta elaborada juntament entre CARBÓN VIVO SCCL i l'IRTA (Francesc Prenafeta, Caldes de Montbui): "Aplicació de biocarbó com a suplement dietari en garrins durant la fase de deslletament". Aquest projecte planteja un estudi sobre els efectes de la inclusió del biocarbó al pinso durant el deslletament dels garrins d'una granja de producció ecològica. L'objectiu és el de millorar la salubritat i benestar animal, i per tant, millorar els paràmetres de producció, prescindint en la mesura del possible dels antibiòtics durant aquesta fase.

Tot i ser una proposta de producció ecològica, seria fàcilment adaptable a la producció de porcs convencionals existent a Pujalt.

Veure més detall a l'Annex 3 "APLICACIÓ DEL BIOCARBÓ COM A SUPLEMENT DIETARI EN GARRINS DURANT LA FASE DE DESLLETAMENT".

***Materials necessaris per al desenvolupament de l'activitat***

- Biocarbó, produït al centre d'experimentació de producció;
- analítiques que garanteixen la inexistència d'elements tòxics.

***Actors implicats en l'activitat***

- Ramaders del territori;
- Assessors: CARBÓN VIVO SCCL;
- Laboratori per a l'anàlisi del biocarbó;
- Centre d'investigació IRTA i col·laboradors: Celler Cooperatiu Salelles + Granja porcí Pujalt.

***Lloc desenvolupament de l'activitat***

Granges ramaderes del municipi de Pujalt.

***Pressupost i calendari d'actuacions per a la implantació***

Aquesta activitat només tindria el cost<sup>27</sup> de l'assessorament i la recerca, entenent que els grups interessats en aplicar biocarbó serien els responsables de les tasques relacionades amb l'elaboració i l'aplicació del biocarbó.

---

<sup>27</sup> \*Preus aproximats incloent IVA, excepte assessorament tècnic.

Concepte	Unitats	Preu unitari €	Preu total €
Recerca científica ús biocarbó deslletament porcí	1	17.000	17.000
Analítiques toxicitat	1	500	500
Assessorament tècnic CARBÓN VIVO SCCL:			
- 3 visites per assessorament a ramaders per l'ús del biocarbó;			
- elaboració document tècnic-guia d'ús del biocarbó segons característiques i necessitats de la granja.	1	2.500	2.500
<b>Total</b>			<b>20.000 €</b>

Taula 22. Pressupost per a la creació de l'espai d'aplicació biocarbó en ramaderia.

A continuació es detalla el calendari aproximat de les diferents accions:

ÚS BIOCARBÓ A LA RAMADERIA	MES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>RESERCA CIENTIFICA</b>										
Revisió bibliogràfica i posada a punt de les metodologies de laboratori.										
Treball de camp i campanya de mostrejos a la granja.										
Anàlisi de paràmetres productius i de salubritat animal.										
Caracterització de la biodiversitat i funcionalitat de la microbiota intestinal dels garrins										
Anàlisi de la composició química del biochar utilitzat i dels purins resultants.										
Coordinació del projecte i difusió dels resultats obtinguts.										
<b>APLICACIÓ BIOCARBÓ GRANGES RAMADERES</b>										
Assessorament tècnic										
Aplicació biocarbó										

Taula 23. Calendari accions espai d'aplicació biocarbó a la ramaderia.

### **APLICACIÓ DEL BIOCARBÓ PER DEPURACIÓ D'AIGÜES.**

L'objectiu d'aquesta activitat és crear un espai d'experimentació de baix cost per al tractament de l'aigua de biocarbó. Es pretén provar i avaluar el potencial del biocarbó com a filtre per al tractament d'aigües contaminades per nitrats i fosfats com és el cas de Pujalt.

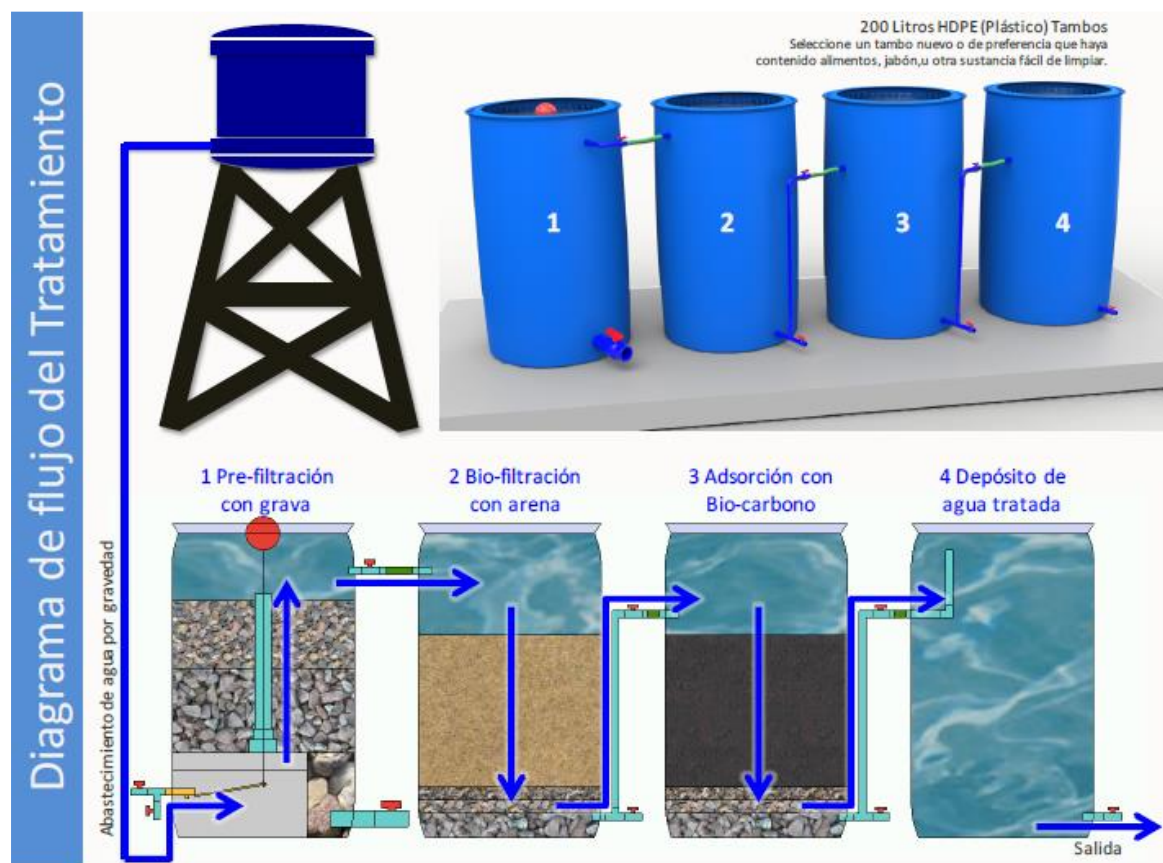
### ***Estat de l'art***

Existeixen evidències científiques de l'eficiència del biocarbó en el tractament d'aigües contaminades amb compostos orgànics, metalls pesats (Mangrich, 2015) (Mahtab Ahmad, 2014) i certs microorganismes patògens, salmonel·la i ecoli principalment. No sembla que hi hagi estudis científics concloents sobre el potencial del biocarbó com a agent capaç d'eliminar o d'inhibir l'acció de compostos tòxics inorgànics, a causa de la gran variabilitat de tipus de biocarbó segons la biomassa utilitzada i el tipus de piròlisi (Dinesh Mohan, 2014).

### ***Disseny de l'activitat***

Es proposa instal·lar un sistema senzill de filtre en base al biocarbó per valorar els seus efectes a partir de l'aigua de la font existent en l'àrea d'horts a recuperar.

Un sistema senzill d'implementar podria ser el proposat per Aqueous Solutions<sup>28</sup> que consta d'una filtració en 3 etapes: grava, sorra i biocarbó. Aquest sistema té una capacitat màxima de filtració de 300l/dia i un baix cost i manteniment.



Il·lustració 49. Esquema del sistema de tractament d'aigües proposat (font: <http://www.aqsolutions.org/>).

<sup>28</sup> <http://www.aqsolutions.org/>

Etapa	Filtració	Manteniment
<b>Grava</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sediments orgànics</li> <li>• Alguns microorganismes</li> </ul>	Neteja de sediments mensuals per vàlvula baixa de neteja i vàlvula entrada
<b>Sorra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partícules fines</li> <li>• Matèria orgànica dissolta</li> <li>• Patògens microbians</li> </ul>	Neteja del filtre 2 vegades/any
<b>Biocarbó</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compostos orgànics tòxics</li> </ul>	Canviar el biocarbó un cop/any

Taula 24. Etapes del sistema de tractament recomanat.

### ***Necessitats per al desenvolupament de l'activitat***

- espai de 10m<sup>2</sup> per a la instal·lació del filtre;
- materials de construcció: bidons, canonades, acoblaments i materials filtrants: grava, sorra i biocarbó;
- eines:
  - serra de mà petita i un ganivet per a retirar les tapes dels bidons i fer els forats per als accessoris del bidó;
  - opcional: perforar, 21 i 48 mm de serres de forat;
  - sabó per a rentar plats i un depurador/raspall;
  - borses i cubetes;
  - cinta mètrica, alicates;
  - marcador, tisoires;
- bomba d'aigua (inclosa a l'apartat àrea experimental producció biocarbó);
- analítiques d'aigua.

### ***Actors implicats en l'activitat***

- personal pel muntatge i manteniment del filtre;
- laboratori d'anàlisi d'aigües.

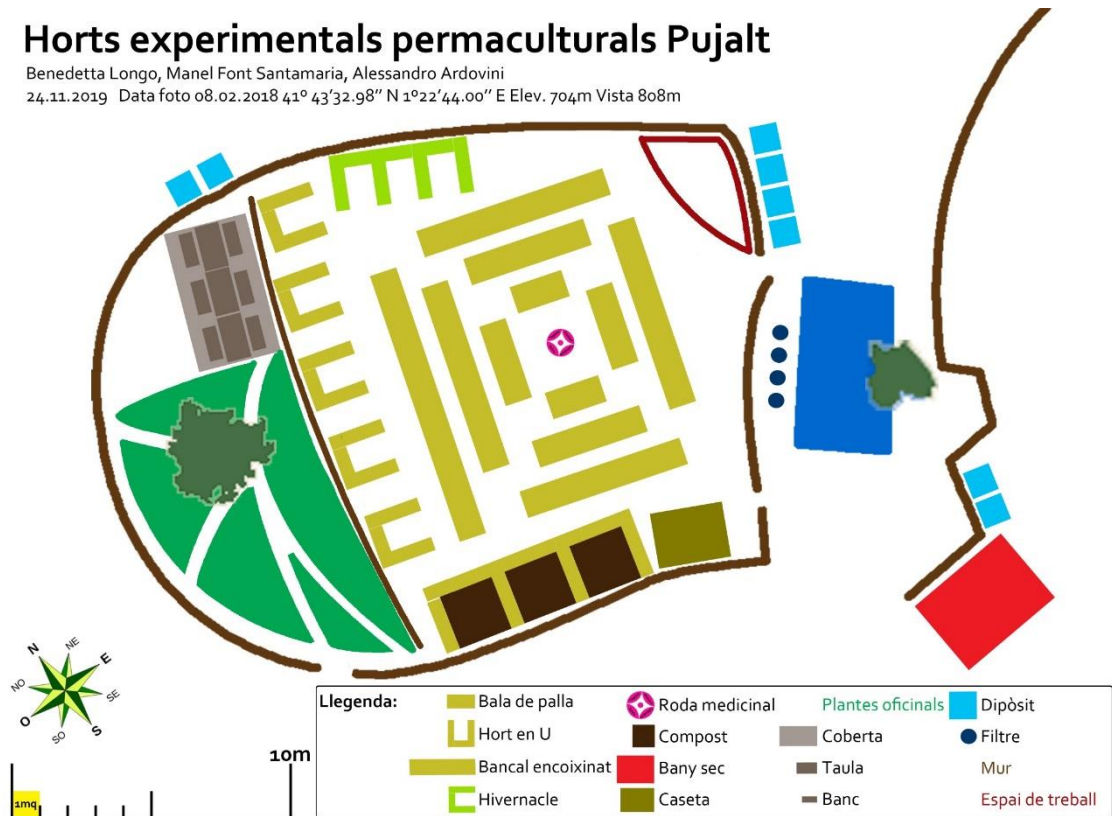
### Lloc desenvolupament de l'activitat

El sistema de filtrat s'instal·larà en la zona dels horts, al costat de la font, tal com s'indica en la següent il·lustració:

## Horts experimentals permaculturals Pujalt

Benedetta Longo, Manel Font Santamaria, Alessandro Ardovali

24.11.2019 Data foto 08.02.2018 41° 43'32.98" N 1°22'44.00" E Elev. 704m Vista 808m



Il·lustració 50. Disposició filtre d'aigua a la zona dels horts



***Pressupost i calendari d'actuacions per a la implantació***

Es detalla a continuació el pressupost<sup>29</sup> de l'activitat, sense incloure el cost del treball de manteniment:

Concepte	Unitats	Preu unitari €	Preu total €
Filtre (detall d'elements a l'Annex 4)	1	800	800
Consumibles	1	200	200
Mà d'obra instal·lació	16	25	400
Analítiques	4	100	400
<b>Total</b>			<b>1800</b>

Taula 25. Pressupost de l'aplicació del biocarbó pel tractament d'aigua

La implantació del sistema de filtre es realitzarà entre un i dos dies, quedant el sistema permanentment operatiu, pendent de seguiment i manteniment d'ompliment i neteja.

---

<sup>29</sup> Preus aproximats incloent IVA.

## 5.5. Formació en Permacultura i altres estratègies per la sostenibilitat del medi rural

### 5.5.1. Introducció

Al capítol 2 “*Descripció de la necessitat del projecte*” hem identificat un seguit de problemàtiques que són el resultat de les metodologies de treball que actualment i durant molts anys s’han practicat tant a l’àmbit agrícola com al ramader, que a més són les principals activitats econòmiques del municipi.

Des de l’ajuntament de Pujalt existeix un interès per canviar la situació actual cap a un model de gestió del territori que sigui més sostenible, eficient i rentable, que a l’hora doni resposta als problemes derivats de la manera de fer actual com són les males olors degut als adobs que es fan servir, la conseqüent contaminació de les aigües freàtiques, l’alta inversió en fertilitzants provinents de la indústria química o la necessitat d’activitats culturals dirigides tant als habitants del municipi com als visitants per tal de mobilitzar i fixar població al territori.

L’equip de treball d’aquest projecte proposa diferents metodologies per tal de trobar una solució sostenible a aquestes problemàtiques, sempre i quan sigui possible, des de l’aprofitament dels recursos disponibles al territori, com és principalment l’excedent de palla provinent de l’extens cultiu de cereals, les restes de les podes, els horts abandonats, així com les instal·lacions disponibles com aules, restaurants i allotjaments rurals.

Considerant les problemàtiques i necessitats presents al municipi i els recursos disponibles es proposa una línia formativa i divulgativa amb l’objectiu d’afavorir aquesta transició del model industrial actual cap a un model d’una gestió i producció més sostenible que posicionaria a Pujalt com a municipi de referència en aquest tipus d’iniciatives.

Aquesta línia formativa té com a finalitat:

- donar visibilitat al projecte dins i fora del municipi.

I els seus objectius específics són els següents:

- formar professionals de la zona amb interès en fer aquest canvi, facilitant així aquesta transició cap a una manera de fer més sostenible, eficient i ecològica;

- oferir alternatives sostenibles a la població local perquè puguin prendre decisions conscients i respectuoses amb el medi ambient dins i fora de la seva vida privada;
- atreure visitants i turistes interessats en un model de gestió sostenible i
- fomentar la participació de persones visitants interessades en la oferta formativa.

### 5.5.2. Anàlisi d'usuaris i necessitats

A continuació presentem una taula amb els diferents perfils de persones usuàries a les que aniria dirigida la nostra oferta formativa, juntament amb les necessitats associades que les formacions tindrien per objecte cobrir:

Persones Usuàries	Necessitats
Agricultors locals i regionals	<ul style="list-style-type: none"><li>• millorar el rendiment dels cultius;</li><li>• millorar la qualitat del sòl de cultiu;</li><li>• aprendre alternatives ecològiques al cultiu convencional basat en l'ús de fertilitzants i pesticides provinents de la indústria química;</li><li>• descobrir un ús als recursos disponibles i integrar-los en la seva activitat per tal de fer-la més rentable.</li></ul>
Ramaders locals i regionals	<ul style="list-style-type: none"><li>• millorar les condicions dins de les granges per tal de minimitzar infeccions i, per tant, l'ús d'antibiòtics;</li><li>• Trobar usos als recursos locals per tal de millorar les condicions dels animals dins de les granges amb mínima inversió;</li><li>• aprendre alternatives sostenibles a la manera de fer convencional i que facilitin aquesta transició, al temps que fan la seva activitat econòmica més rentable.</li></ul>
Persones interessades en horticultura i producció d'aliments propis	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conèixer alternatives sostenibles al model de cultiu convencional basat en l'ús de productes provinents de la indústria química;</li><li>• introduir-se el món de l'horticultura aprenent nocions bàsiques o més avançades per cultivar;</li><li>• la satisfacció de produir els propis aliments en condicions saludables;</li><li>• conèixer com funciona un hort, el seu manteniment, el seu disseny per tal que sigui eficient, el seu calendari de sembra, la collita...;</li><li>• Autonomia per dissenyar i mantenir el propi hort;</li></ul>

Persones Usuàries	Necessitats
<p>Persones interessades en la sostenibilitat, l'autosuficiència i la creació d'entorns més harmoniosos amb el respecte pel medi ambient.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtindre coneixements sobre agricultura natural i regenerativa amb l'objectiu de crear el seu propi hort;</li> <li>• conèixer alternatives sostenibles de cultiu, de construcció, de disseny de vida i d'espais;</li> <li>• aprendre tècniques de construcció amb materials locals i naturals;</li> <li>• aprendre tècniques sostenibles per a la regeneració del sòl;</li> </ul>
<p>Professionals de la construcció amb interès per transitar cap a sistemes més respectuosos amb el medi ambient.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formació en diferents tècniques i fases de bioconstrucció;</li> <li>• Conèixer les característiques i els beneficis de l'ús de la palla, la fusta, el fang i la pedra com a materials de construcció;</li> <li>• explorar altres alternatives per construir que impliquin el reciclatge de materials que s'acumulen com a residu.</li> </ul>

Il·lustració 51 Anàlisi d'usuari i necessitats

### 5.5.3. Estratègies i disciplines per a la sostenibilitat

Des del nostre equip de projecte s'han identificat un seguit d'estratègies i metodologies provinents de disciplines innovadores i focalitzades en oferir solucions sostenibles. A continuació exposem les disciplines de les que deriven metodologies i tècniques que poden ser d'interès pels possibles usuaris.

#### *Permacultura*

La permacultura és una disciplina ètica i holística relacionada amb l'ecologia aplicada al disseny d'espais humanitzats, que neix a Austràlia als anys setanta del segle XX com a resposta a la creixent crisi ambiental. El seu nom prové de les paraules “permanent” i “cultura” i persegueix la integració de l'activitat humana en el medi natural, mitjançant la creació d'espais i ecosistemes altament eficients i sostenibles. Des del seu naixement, la permacultura ha despertat un gran interès pel seu enfocament holístic i sistèmic de l'entorn i els seus recursos, prova d'això és l'important nombre de projectes agrícoles, ramaders i socials que s'han desenvolupat aplicant els seus principis i valors a nivell mundial. (Holmgren, 2016)

#### *Agricultura regenerativa*

L'agricultura regenerativa és una disciplina provinent de la visió holística de la permacultura, dedicada fonamentalment a fer rentables les explotacions agrícoles i ramaderes reduint despeses i aprofitant les sinergies que es donen naturalment entre plantes, animals, terra i aigua.

Agricultors professionals en l'àmbit de l'agricultura regenerativa han experimentat amb diferents tècniques i metodologies com per exemple la tècnica Keyline (Yeomans, 1993) dirigida a obtenir el màxim aprofitament de l'aigua de pluja o la planificació i el disseny de les pastures per afavorir la regeneració del sòl (Savory, 2019).

#### *Horticultura orgànica i en bales de palla*

L'horticultura orgànica és una disciplina també emmarcada dins de l'enfocament de la permacultura dedicada a la producció d'aliments vegetals.

Dins d'aquesta disciplina existeix per exemple una tècnica d'acondicionament de bales de palla com a substrat de cultiu (Karsten, 2015) i altres maneres de fer eficient i rentable el cultiu d'aliments descrits per Fukuoka (Fukuoka).

### *Valorització de biomassa: el biochar*

La biomassa és un recurs present al territori en forma de palla, restes de poda i altres. El biochar és un producte que s'obté a partir de la pirolització de biomassa i amb el que s'obtenen notables beneficis quant a la millora de les condicions del sòl (Lehmann J. , 2015).

### *Bioconstrucció: construcció amb palla, fusta i terra*

La bioconstrucció és una disciplina, també emmarcada dins de l'enfoc de la permacultura, que posa en valor els materials naturals, reciclats o de producció de baixa emissió de CO<sub>2</sub>, per a la construcció. A més a més a petita escala es tracta de materials i formes de treballar apropiades per a l'autoconstrucció i el treball cooperatiu, com per exemple la construcció amb bales de palla amb o sense estructures de fusta (Nitzkin & Termens, 2016) i (Jones, Building with Straw bales. A practical manual for self-builders and architects, 2015), amb fang (Minke, 2005) o l'elaboració de sostres vius (Minke, Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos , 2005).

### *Calefacció sostenible: estufes d'inèrcia tèrmica*

La estufa d'inèrcia tèrmica és un sistema calefactor d'ambients innovador i eficient dissenyada per a obtenir el màxim rendiment de la biomassa cremada. A diferència d'altres sistemes, les estufes d'inèrcia tèrmica aprofiten la calor dels gasos, fent-los circular pel cos de l'estufa. Això permet recuperar fins al 80% de la calor generada durant la combustió. L'estufa, un cop carregada (2 a 4 hores de foc al dia), retorna la calor lentament, sota forma de radiació, al llarg de 12 a 24 hores.

(Evans & Jackson, 2006)

#### 5.5.4. Disseny de la oferta formativa

Formació	Dirigida als següents col·lectius	Objectius	Durada
<b>Introducció a la Permacultura</b>	Persones interessades en la sostenibilitat, l'autosuficiència i la creació d'entorns més harmoniosos amb el respecte pel medi ambient.	Apropar-se a una perspectiva sistèmica i holística de les problemàtiques ambientals i socials actuals, així com a la seva resolució. Introduir-se i descobrir com podem aplicar l'ètica i principis de la Permacultura a les nostres vides i al nostre entorn.	12 hores
<b>Curs certificat de disseny en Permacultura (CDP)</b>	Persones interessades en la sostenibilitat, l'autosuficiència i la creació d'entorns més harmoniosos amb el medi ambient.	Aprendre l'ètica, els principis i les estratègies de la Permacultura. Aprendre tècniques específiques per afavorir la regeneració dels ecosistemes i la creació d'entorns productius i abundants. Adquirir eines i habilitats de disseny enfocades a la transformació del nostre entorn amb la finalitat de fer-ho resiliència, regeneratiu i ecològicament viu.	72 hores + 12 hores extra
<b>Agricultura regenerativa</b>	Professionals de l'agricultura, de la ramaderia i persones aficionades	Capacitar a la persona agricultora en els fonaments de l'agricultura regenerativa i orgànica.	3 dies
<b>Horticultura</b>	Persones interessades en la producció del seu propi aliment.	Donar a conèixer la tècnica d'acondicionament de bales de palla pel seu ús com a substrat de cultiu hortícola.	3 hores



Formació	Dirigida als següents col·lectius	Objectius	Durada
<b>Biochar</b>	<p>Professionals de l'agricultura i la ramaderia.</p> <p>Persones interessades en la captació de CO<sub>2</sub>, reutilització de residus orgànics i retenció d'aigua.</p>	<p>Divulgar el coneixement científic entorn a l'ús del biochar en sistemes agropecuaris, com a eina alternativa de gestió i valorització dels recursos derivats de l'activitat agrícola, forestal i de jardineria, per tal d'obtenir un recurs amb potencial per millorar els processos productius d'aquestes activitats amb un impacte mediambiental positiu.</p> <p>Formar a les persones implicades en els sectors mencionats, mitjançant una sessió pràctica d'elaboració de biochar d'una manera senzilla i de baix cost a partir de residus de biomassa generats a la seva activitat.</p>	8 hores
<b>Bioconstrucció</b>	<p>Professionals de la construcció que volen transformar les seves pràctiques convencionals cap a l'ús de materials naturals. Persones no professionals que volen aprendre a autoconstruir la seva pròpia obra.</p>	<p>Aprendre totes les fases constructives d'una obra mentre es construeix una obra real.</p>	
	1. Replantejament i cimentació		21 hores
	2. Estructures de fusta		105 hores
	3. Coberta verda		35 hores

Formació	Dirigida als següents col·lectius	Objectius	Durada
	4. Mur de palla		35 hores
	5. Revestiments naturals		35 hores
	6. Rehabilitació de mur de pedra seca		35 hores
<b>Calefacció sostenible</b>	Professionals interessats al món de la calefacció i la caldereria, en bioclimàtica, en construcció amb materials terris, en introducció bàsica a la soldadura.	Introducció a les estufes de massa tèrmica. Disseny i construcció d'una estufa de massa tèrmica per a cobrir una necessitat real.	5 dies

Taula 26. Oferta formativa proposada per dur a terme a Pujalt

Els detalls dels diferents cursos es troben a l'Annex 5 de Formació en Permacultura.

### 5.5.5. Pressupost

El pressupost de totes les línies de formació s'ha de considerar sempre sense IVA i sense despeses de desplaçament, dietes, allotjament, materials i treballs de preparació de l'espai, segons tipologia de formació.

El preu dels diferents cursos es podran cobrir en part o per complet amb les aportacions de les persones que participin als cursos.

Formació	Preu/€
<b>Permacultura:</b>	
Introducció a la Permacultura	600
Curs certificat de Disseny en Permacultura (CDP)	7.000
<b>Agricultura regenerativa:</b>	2.000
<b>Horticultura:</b>	125
<b>Biochar:</b>	500
<b>Bioconstrucció:</b>	
0. Memoria valorada	1.000
1. Replantejament i cimentació	700
2. Estructures de fusta	3.200

Formació	Preu/€
3. Coberta verda	1.200
4. Mur de palla	1.200
5. Revestiments naturals	1.200
6. Rehabilitació de mur de pedra seca	6.519
<b>Calefacció sostenible:</b>	2.000
<b>TOT:</b>	27.244

Taula 27 Pressupost de les formacions proposades: els imports no inclouen IVA, dietes, desplaçaments, material formatiu ni allotjament.

### 5.5.6. Cronograma/Calendari

	Gen er	Febr er	Ma rç	Ab ril	Ma ig	Ju ny	Juli ol	Ago st	Setem bre	Octu bre	Novem bre	Desem bre
<b>Permacultu ra</b>												
Introducció												
CDP												
Agricultura regenerativ a												
Hort												
Biochar												
<b>Bioconstruc ció</b>												

	Gen er	Febr er	Ma rç	Ab ril	Ma ig	Ju ny	Juli ol	Ago st	Setem bre	Octu bre	Novem bre	Desem bre
Replanteja ment i cimentació												
Estructures de fusta												
Coberta verda												
Murs de palla												
Revestimen ts naturals												
Rehab. de murs de pedra seca												

	Gen er	Febr er	Ma rç	Ab ril	Ma ig	Ju ny	Juli ol	Ago st	Setem bre	Octu bre	Novem bre	Desem bre
<b>Rocket</b>												

Taula 28. Calendari de les formacions proposades

## 5.6. Pla de comunicació

### 5.6.1. Introducció

La implementació d'aquest projecte va acompanyada d'una acció de comunicació per tal d'atraure al públic objectiu a les diferents activitats que es proposen i, al mateix temps, donar visibilitat als esforços de Pujalt per ser més sostenible. És per tot això que considerem necessària la creació d'una línia de treball dedicada a la comunicació de totes les accions relacionades amb el projecte que ens ocupa i que inclou la creació d'una pàgina web amb un blog on fer publicacions, un perfil a instagram i una imatge identificativa o logotip.

### 5.6.2. Necessitats, objectius i accions associades

Objectius	Accions
Donar visibilitat al projecte i comunicar el que s'està fent	Creació d'una pàgina web amb una presentació del projecte, un blog de notícies, una galeria de fotos i un formulari de contacte;
	Contractació dels serveis d'un community manager que s'ocupi de la creació de continguts, manteniment i actualització de la web;
	Impressió en paper de tríptics per explicar el projecte i el programa d'activitats.
Fomentar el turisme sostenible	Creació d'un perfil a les xarxes socials per publicitar les formacions i les diverses activitats regularment;
	Contractació dels serveis d'un community manager pel manteniment dels continguts de les xarxes socials.
Crear identitat de projecte	Creació d'un logotip.

Taula 29. Pla comunicació: objectius i accions.



### 5.6.3. Pressupost<sup>30</sup>

Concepte	Unitats	Preu unitari €	Preu total €
Comunicació digital			
Creació d'una web	1	2.600	2.600
Community Manager (preu mensual)	12	32,50	390
Disseny del logotip	1	400	400
Comunicació impresa			
disseny del tríptic	1		
impressió tríptic en paper a color i plegat (100 còpies per cada establiment, total 16)	1.600	0,35	560
<b>Total</b>			<b>3.950</b>

Taula 30. Pressupost per a la creació de l'espai d'experimentació incloent dues jornades de formació i demostració.

---

<sup>30</sup> \* Preus aproximats sense IVA.

## 6. Referencias

- Abenza, D. P. (2012). *Avaluació efectes de diferents biochar sobre sòl i ordi*. TFM UAB-CREAF.
- Acciona. (s.f.). Obtenido de <https://www.acciona-energia.com/es/areas-de-actividad/otras-tecnologias/biomasa/instalaciones-destacadas/planta-de-biomasa-de-sang%C3%BCesa/>
- ACR Ecocalderas. (2019). Obtenido de <https://www.acr-ecocalderas.com/galer%C3%ADa/>
- Arts amb Caliu. (2019). Obtenido de <https://artsambcaliu.com/>
- Cheng, C. L. (2008). *Stability of black carbon in soils across a climatic gradient*. Journal of Geophysical Research, vol 113, G02027.
- D.Toth, J., & Dou., Z. (2016). *Use and Impact of Biochar and Charcoal in animal productio systems*.
- Dinesh Mohan, A. S. (2014). *Organic and inorganic contaminants removal from water with biochar, renewable, low cost and sustainable adsorbent – A critical review*. Bioresource Technology 160 (2014) 191–202.
- Eco cocon. (2019). Obtenido de <http://www.ecococon.lt/spanish/>
- Ecoinventos. (2019). Obtenido de <https://ecoinventos.com/estufas-rocket/>
- Evans, I., & Jackson, L. (2006). *Rocket Mass Heaters: Superefficient Woodstoves YOU Can Build*. A Cob Cottage Company Publication.
- Fukuoka, M. (s.f.). *La Revolución de una Brizna de Paja. Una introducción a la agricultura natural*. ECOHABITAR.
- Generalitat Catalunya. (2016). *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*.
- Holmgren, D. (2016). *Permacultura*. Castellón: Ediciones Kaicron.
- Husk, B. a. (2010). *Commercial scale agricultural biochar field trial in Québec, Canada, over two years: Effects of biochar on soil fertility, biology, crop productivity and quality*. . Report available online at <http://www.blue-leaf.ca/main-en/repor>.
- IDAE. (2007). *Biomasa: Edificios*. Madrid: IDAE.
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emissions*

*pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change,.*

Jones, B. (2015). *Building with straw bales. A practical manual for self-builders and architects*. Cambridge, England: Green Books.

Karsten, J. (2015). *Straw Bale Gardening*. Cool Springs Press.

Krick, G. M. (2018). *Manual de Construcción con Fardos de Paja*. EcoHabitar V.S. S.L.

Kuzyakov, Y. S. (2009). *Black carbon decomposition and incorporation into soil microbial biomass estimated by C-14 labeling*. . Soil Biology & Biochemistry 41, 210-219.

Laird, D. (2009). *Impact of Biochar Amendments on Soil Quality for a Typical Midwestern Agricultural Soil*. Presentation made at the North American Biochar Conference 2009, 9-12 August, University of Colorado at Boulder, USA. Available online at <http://cees>.

Lehmann, J., & Stephen, J. (2015). *Biochar for environmental management: Science, Technology and implementation*. 2a ed. Londres: Routledge .

Mahtab Ahmad, A. U. (2014). *Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review*.

Mangrich, M. E. (2015). *Removal of Cd, Cu, Pb, and Zn from aqueous solutions by biochars*.

Minke, G. (2005). *Manual de construcción en Tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Uruguay: Fin de Siglo.

Minke, G. (2005). *Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos* . Montevideo: Fin de Siglo.

Nitzkin, R., & Termens, M. (2016). *Casas de Paja*. EcoHabitar.

Oficina Catalana del Canvi Climatic. (2018). *Informe de progrés del compliment dels objectius de reducció d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle. Avaluació de les emissions de GEH a Catalunya, 1996-2016*.

Ökofen. (2019). *Lista de precios 2019 - 2020*. Obtenido de <https://www.oekofen.com/es-es/pellematic/>

Olmo Prieto, M. (2016). *Efectos del biochar sobre el suelo, las características de la raíz y la producción vegetal*. Universidad de Cordoba.

Rivka B. Fidel, D. A. (2019). *Effect of Biochar on Soil Greenhouse Gas Emissions at the Laboratory and Field Scales*.

Roda maquinaria. (2019). Obtenido de Maquinaria agrícola:  
[https://www.rodamaquinaria.com/01\\_29calderas-paja.php?rd](https://www.rodamaquinaria.com/01_29calderas-paja.php?rd)

Savory, A. (2019). *Manejo Holístico*. Cable a Tierra.

Savory, A., & Butterfield, J. (2018). *Manejo holístico: una revolución del sentido común para regenerar nuestro ambiente*. Cable a Tierra.

Schmidt, H., Wilson, K., & Kammann, C. (2017). *Using biochar in animal farming to recycle nutrients and reduce greenhouse gas emissions*.

Smichdt, H.P, Kammann, C., Gerlach, A., & Gerlach, H. (2016). *Biochar in animal feed – an overview*”.

Weather Spark. (2019). Obtenido de Climatología de Pujalt:  
<https://es.weatherspark.com/y/45988/Clima-promedio-en-Pujalt-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation>

Wikipedia - Esfufas cohete de masa. (2019). Obtenido de  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Estufa\\_cohete\\_de\\_masa#Eficiencia](https://es.wikipedia.org/wiki/Estufa_cohete_de_masa#Eficiencia)

[www.aqsolutions.org/](http://www.aqsolutions.org/). (s.f.).

[www.arnaubujons.jobrarity.com](http://www.arnaubujons.jobrarity.com). (s.f.).

[www.atelierwernerschmidt.ch](http://www.atelierwernerschmidt.ch). (s.f.).

[www.biochar.international/](http://www.biochar.international/). (s.f.).

[www.biochar-journal.org/en/ct/29-Treating-liquid-manure-with-biochar](http://www.biochar-journal.org/en/ct/29-Treating-liquid-manure-with-biochar). (s.f.).

[www.carolinahonrado.com](http://www.carolinahonrado.com). (s.f.).

[www.casasdepaja.org](http://www.casasdepaja.org). (s.f.).

[www.ccpae.org/](http://www.ccpae.org/). (s.f.).

[www.drtlud.com](http://www.drtlud.com). (s.f.).

[www.ecococon.es](http://www.ecococon.es). (s.f.).

[www.ecococon.lt/spanish/](http://www.ecococon.lt/spanish/). (s.f.).

[www.ecopaja.com](http://www.ecopaja.com). (s.f.).

[www.european-biochar.org/en/analytical%20methods](http://www.european-biochar.org/en/analytical%20methods). (s.f.).

[www.ithaka-institut.org/en/home](http://www.ithaka-institut.org/en/home). (s.f.).

[www.kerrcenter.com/](http://www.kerrcenter.com/). (s.f.).

[www.lacasadelasacracias.wordpress.com](http://www.lacasadelasacracias.wordpress.com). (s.f.).

[www.tallerconco.org](http://www.tallerconco.org). (s.f.).

[www.valentinamaini.net](http://www.valentinamaini.net). (s.f.).

[www.vuthisa.com](http://www.vuthisa.com). (s.f.).

Yeomans, P. (1993). *Water for every farm – Yeomans Keyline Plan*. Netley, Australia: Griffin Press.

## ANNEX 1 – Activitats realitzades per fer el diagnòstic i la preparació de les diferents línies de treball

Durant el projecte s'han realitzat un seguit d'activitats i visites per conèixer la realitat de Pujalt i proposar actuacions i dissenys adaptats a les necessitats i prioritats de l'Ajuntament i de la resta d'actors implicats. A continuació s'indica un llistat d'aquestes activitats i visites:

- **29.09.2018:** Visita a Pujalt de l'equip de treball i reunió amb el seu Alcalde, Antoni de Sola, i dues persones que col·laboren amb ell en l'impuls de projectes al municipi. La visita va incloure:
  - Reunió per conèixer la realitat de Pujalt i les prioritats de l'Ajuntament;
  - pluja d'idees per trobar noves aplicacions de la palla;
  - visita al restaurant *La Pedra* per conèixer el sistema de calefacció alimentat amb palla;
  - visita a l'abocador i al parc d'aerogeneradors de Pujalt;
  - visita a l'Observatori de Pujalt;
  - visita a una granja de porcs del municipi;
  - visita als horts tradicionals de Pujalt.



Il·lustració 52. Membres de l'equip de Permacultura Barcelona amb l'Alcalde i membres del seu equip durant la primera visita a Pujalt

- **Altres reunions amb l'Alcalde i el seu equip:**

- **11.12.2018:** reunió a Barcelona, a la llibreria Calders, per acordar possibles línies de treball a desenvolupar a partir de les idees i necessitats explorades en la primera reunió;
- **08.01.2019:** reunió a l'Ajuntament de Pujalt amb Antoni de Sola i Francisco Cervera per fixar objectius del projecte Pujalt Sostenible;
- **17.01.2019:** reunió a la Diputació de Barcelona amb l'Alcalde i diputats per presentar una primera proposta per desenvolupar el projecte de Pujalt Sostenible;
- **28.03.2019:** reunió amb Antoni de Sola i Francisco Cervera a Barcelona per revisar objectius i abast del projecte, recopilar informació sobre les temàtiques a treballar i fixar un calendari preliminar;
- **12.06.2019:** reunió amb Antoni i Francisco Cervera a Barcelona per presentar un primer esborrany del treball a realitzar;
- **21.10.2019:** reunió amb Antoni de Sola i el tècnic de Diputació Josep Verdguer per explicar l'abast del projecte i fixar dates d'entregues.
- **Visites realitzades a Pujalt per recollir informació i observar els diferents espais on es duren a terme activitats relacionades amb el projecte:**
  - **22.06.2019:** visita als horts i camps de conreu de Pujalt per conèixer les problemàtiques associades a l'agricultura;



Il·lustració 53. Vista dels camps de cereals de Pujalt a principis de l'estiu.

- **17.07.2019:** visita i reunió en Cal Senyoret (Pujalt) amb Antoni de Sola, Francisco Cervera i Marçal Verdú Piqué (Responsable I+D de Bon Àrea – Àrea de Guissona) per explorar l'ús del biochar en la ramaderia i avaluar els assajos a realitzar per estudiar els seus efectes;
- **03.11.2019:** visita als horts de Pujalt i entrevista amb Antoni de Sola per recopilar informació sobre les diferents línies de treball (veure més avall el formulari utilitzat per recollir informació i conèixer les problemàtiques del municipi en detall);





Il·lustració 54. Espai junt als horts on es suggereix d'instal·lació de l'espai de producció de biochar.



Il·lustració 55. Estat actuals dels horts de Pujalt





Il·lustració 56. Membres de l'equip del projecte amb Antoni de Sola durant les activitats de recollida d'informació pel disseny dels horts.

- **2.12.2019:** visita a l'Observatori de Pujalt per recollir informació pel disseny d'un sistema de calefacció alimentat amb biomassa (llenya i pellets de palla).



Il·lustració 57. Exteriors de l'Observatori on es planeja instal·lar una estufa Rocket DUO Pro.



Il·lustració 58. Interior de l'aula de l'Observatori on es vol instal·lar un sistema de calefacció alimentat amb pel·lets de palla.

- **Altres activitats desenvolupades:**
  - **26 i 28.06.2019:** A més de les entrevistes i visites realitzades a Pujalt, l'equip del projecte va realitzar 8 entrevistes amb persones interessades en la Permacultura, la sostenibilitat i el desenvolupament de comunitats per entendre les motivacions, les necessitats i expectatives d'aquestes persones i utilitzar aquest coneixement en el disseny de l'oferta formativa que es vol dissenyar per Pujalt. Més avall es troba el formulari.

## **Formulari utilitzat per recopilar informació sobre Pujalt i les seves problemàtiques**

### **1. General**

Habitantes y extensión del término municipal (último censo): 200 ha repartidos en 5 pueblos. Media de edad alta.

### **2. Sobre la producción agrícola:**

- i. Cultivos comerciales en el municipio y hectáreas de terreno utilizadas por cultivo
- ii. Nº de explotaciones/empresas agrícolas presentes en el municipio
- iii. Extensión media de las explotaciones/empresas (ha)
- iv. Calendario siembra/cosecha según cultivos
- v. Tipo de fertilizantes utilizados
- vi. Cantidad media de fertilizante empleado por hectárea (Tn/ha) en cultivos de cereales
- vii. Coste medio de fertilizante por hectárea de cultivo de cereales (€/ha)
- viii. Cantidad de carbono/materia orgánica presente en los suelos agrícolas
- ix. Número de explotaciones y tipología de productores ecológicos: no hay
- x. Producción anual de paja y usos actuales que se hacen de esta paja
- xi. Precio venta paja
- xii. Principales problemáticas o retos respecto a la producción agrícola actual.

### **3. Sobre la producción ganadera:**

- i. Número de explotaciones presentes en el municipio por tipo (cerdo, conejo, pollos, etc...):
- ii. Producción anual media por tipo de explotación:
- iii. Número de explotaciones y tipología de productores ecológicos:
- iv. Producción media de purines anual por explotación o producción total de purines en el municipio. Volumen medio aproximado de balsas de purines
- v. Gestión de purines: qué se hace con ellos, qué problemáticas se observan (ambientales, económicas, sociales, etc...) Coste de gestión:
- vi. Volumen/peso aproximado de estiércol seco generado/año. ¿Gestión?
- vii. Número de explotaciones ganaderas/avícolas que utilizan sistema de calefacción:
- viii. Dimensión media de explotación que necesita sistema de calefacción:
- ix. Tipo de calefacción utilizada en explotaciones que lo necesitan (gas, gasoil, etc...):
- x. Consumo y gasto medio de combustible anual en las explotaciones que utilizan combustibles fósiles:
- xi. Consumo y gasto medio de combustible anual en las explotaciones que utilizan combustibles renovables (biomasa, paja, etc...):
- xii. Principales problemáticas o retos respecto a la producción:
- xiii. Nº granjas que usan cama en sus instalaciones, superficie y tipo de material usado:

### **4. Problemáticas con las aguas residuales**

- i. Problemáticas en torno a las masas de agua: niveles de concentración de nitratos y otros contaminantes en masas de agua superficiales y/o subterráneas. Analíticas (si se disponen)

ii. Problemáticas en torno a las aguas residuales: volumen de aguas residuales producidas anualmente, tratamiento actual, problemáticas o necesidades que se observan en torno a las aguas residuales y su gestión

5. Formación

- a) ¿Con qué espacios contamos para dar la formación?
- b) ¿Cuáles son las condiciones de uso de los espacios?
- c) ¿Con qué material didáctico contamos (pizarras, rotuladores, proyector, etc.)?
- d) ¿Cómo se cubren los gastos de estancia y dietas de las ponentes?
- e) ¿Cuánto cuesta el alojamiento y las dietas en Pujalt para las participantes a los cursos?
- f) ¿Cómo se cubren los gastos de desplazamiento de las ponentes?
- g) ¿Se necesita algún tipo de seguro para la formación? ¿Quién lo paga? Tienen seguros en las instalaciones municipales, por lo que en principio estaría cubierto.

6. Construcción en paja

- i. ¿Qué tipo de permisos hacen falta?
- j. ¿Es posible acampar durante la realización de curso para la construcción en paja?
- k. ¿Dónde podríamos construir una primera obra en bioconstrucción?

7. Huertos

- a. ¿Habría un responsable del mantenimiento de los huertos a restaurar?
- b. ¿Quién podría hacerse cargo del proceso de transformación de la paja para convertirla en un sustrato?
- c. Ubicación de los huertos, dimensiones y planos
- d. Breve historia de los espacios: usos, antigüedad, etc.
- e. Disponibilidad y calidad del agua en la zona
- f. Variedades tradicionales de interés.

8. Biochar

- i) Superficie y especies del bosque del término municipal
- ii) Superficie pública/ superficie privada: todo privado.
- iii) ¿Se realiza algún tipo de gestión pública o privada?
- iv) ¿tipo de gestión?
- v) En caso de realizarse algún tipo de gestión: ¿qué se hace con las ramas tras tala/limpieza?
- vi) Cantidad de madera extraída anualmente.
- vii) Precio venta madera
- viii) Jardinería. ¿gestión municipal jardines públicos?
  - a. Tipo de gestión residuos leñosos derivados de la actividad.
  - b. Coste gestión deixalleria o gestor residuos orgánicos, €/ton.
  - c. Cantidad de residuos leñosos generados /año.
  - d. Compostaje:
  - e. ¿existe una planta donde se procesen los residuos orgánicos?
  - f. ¿Es costumbre entre los agricultores compostar sus residuos?

g. Otras posibles fuentes de biomasa

## 9. Estufas y caldera

i. La formación en estufas se desarrollaría mediante la construcción de una estufa que cubre una necesidad real. ¿Dónde se construiría esta estufa? (hotel, casa rural, restaurante, vivienda privada...)

## **Guió d'entrevista per conèixer les motivacions, interessos i necessitats de les persones interessades en Permacultura i modes de viure sostenibles**

### **Perfil de la persona**

Nombre

Edad

Dime tres adjetivos con los que te identifiques o definan tu personalidad

Profesión

Dónde vives

Vives solo?

Estudios

Ingresos anuales

Cuáles son tus aficiones o hobbies

Cuéntame cómo es tu día a día

Qué te gusta o qué haces en tu tiempo libre? Los fines de semana?

Qué haces en tus vacaciones? A dónde vas? Con quién?

### **Sobre su experiencia de formación de permacultura**

Cómo conociste la permacultura?

Qué te motivó a introducirte en este mundo?

Qué tipo de formación hiciste?

Qué expectativas tenías al iniciar la formación? Se cumplieron al finalizarla?

Por qué elegiste esta formación?

Miraste alternativas? Cuáles? Qué te decantó a elegir una y no las otras?

Cuál fue tu experiencia de la formación? Dinos tu opinión?

Qué has hecho después relacionado con la permacultura? dónde?

Cuántos cursos de permacultura has hecho?

Qué otros cursos has hecho relacionado con cuestiones medioambientales, sostenibilidad, facilitación de grupos o cuestiones similares?

Qué te gustó especialmente del curso?

Qué mejorarías?

Qué no te gustó?

Qué es lo que te emocionó más?

### **Sobre una posible formación en Permacultura**

Te motivaría hacer más formación sobre permacultura? Por qué?

En qué aspectos o temas te gustaría profundizar?

Te desplazarías fuera de tu ciudad o lugar de residencia para hacer un curso? Por qué?

Qué condiciones tendrían que tener el lugar para que fueses? Qué te gustaría o cómo te gustaría que fuese el sitio donde se impartiese el curso?

Hay alguna distancia máxima a la que desplazarías?

Qué fechas serían las ideales para ti a la hora de hacer una formación en la que te tengas que desplazar?

Cuál sería para ti la duración ideal de una formación para la que te tuvieses que desplazar?

Qué otras condiciones tendrían que darse para que pudieses hacer la formación lejos de tu residencia?

Con quién te gustaría hacer la formación?

Hay referentes de la permacultura o de técnicas o metodologías relacionadas con los que te gustaría formarte? Con quién?

Cuál sería el presupuesto que podrías invertir en una formación a la que te tuvieses que desplazar?

## ANNEX 2: Assajos científics Biocarbó en agricultura

Aquest apartat pretén recopilar i resumir les conclusions de les principals proves científiques dutes a terme amb biocarbó tant a Catalunya com a l'estat Espanyol, seleccionades per la seva rellevància pel que fa a la tipologia de sòls i als cultius similars als actuals de Pujalt.

A més a més s'han establert contactes amb la Universitat de Barcelona per generar una proposta de prova científica sobre els efectes del biocarbó produït a partir de palla de blat en un dels cultius de cereals de Pujalt.

### 1. CREAF-UAB 2105. Influència biocarbó en propietats físic-químiques de sòls calcaris.

Condicions:

- 6 tipus de Biochar sense càrrega ni fertilització;
- sòl franc sorrenc calcari, baix contingut M.O.;
- dosificació: 18 gr/kg sòl;
- hivernacle;
- observació per mes i any.

Conclusions:

- Augment de flux de nutrients en el sòl a l'aigua;
- humectabilitat: augmenta 18% penetració d'aigua (biocarbó fangs);
- després d'un any, augmenta la superfície humectable del Biochar;
- major influència del tipus de matèria (fang o fusta) que el tipus de piròlisi.

### 2. TESIS DOCTORAL: Manuel Olmo Prieto, Universidad Córdoba 2016: Efectes biochar sobre sòls, arrels i producció vegetal.

Condicions:

- Biochar de poda olivera i palla de blat, pH alcalí, baixos nutrients i ric en C;
- Proves de camp i condicions controlades;
- Diferents dosis i fertilitzacions;
- Espècies a prova: cotó, albergínia, colza, cigró, blat de moro, pebre, soja, tomàquet i blat).

Conclusions:

- L'aplicació del Biochar va reduir densitat aparent i compactació del sòl;

- augment de la capacitat de retenció d'aigua del sòl;
- augment de la disponibilitat de certs nutrients: P, K, Ca, Mg, Cu i Zn;
- reducció de la disponibilitat de certs nutrients: N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, Fe, Mn;
- l'augment/reducció dels nutrients disponibles depèn de la fertilització i les característiques del sòl;
- augment de la biomassa radicular, augmentant la longitud específica i reduint el diàmetre i la densitat del teixit;
- impacte positiu sobre l'estat hídric de les plantes;
- augment de la producció de biomassa aèria, augmentant el creixement i la producció vegetal;
- relació directa entre augment de la longitud de l'arrel i augment del rendiment del cultiu;
- Biochar millora l'efectivitat de la fertilització;
- Biochar augmenta el pH, en menor grau en sòls alcalins i conductivitat elèctrica;
- Per a una major eficiència del Biochar:
  1. cal adaptar les característiques del Biochar a les propietats del sòl i el cultiu;
  2. cal determinar els factors que determinen una major disponibilitat de nutrients en el sistema: sòl-biochar-planta, especialment nutrients retenguts en Biochar.

### 3. UAB-CREAF. TFC Daniel Paco Abenza, 2012: Avaluació efectes de diferents biochar sobre sòl i ordi.

Condicions:

- Biochar pi, pollancre i fangs, piròlisi lenta, ràpid i gasificació;
- sòl assaig: IRTA (Caldes Montbuí);
- diferents dosis de fertilització (NPK);
- assaig d'hivernacle a la UAB.

Conclusions:

1. Efectes al sòl (dosis 1% C):



- Efecte una mica alcalinitzant, excepte el biochar de fangs, lleugerament acidificant;
- disminució de la densitat aparent i augment de la capacitat de retenció d'aigua;
- Biochar de fangs: augment de la salinitat;
- Biochar piròlisi lenta: major contingut C estable.

2. Comparació entre aplicació biochar versus esmena de la biomassa sense pirolitzar:

- Millor desenvolupament plantes amb Biochar que amb biomassa sense pirolitzar, especialment de fangs Biochar enfront de la esmena de fangs;
- Biochar àlber i pi: efectes depressius del creixement desapareixen en comparació a esmenes no pirolitzades.

3. Biochar versus fertilització mineral NPK:

- La producció d'ordi va augmentar amb Biochar (piròlisi lenta i ràpida) + dosi de NPK baixa.

4. Efectes sobre cultiu d'ordi:

- No es va observar cap inhibició en la germinació/creixement/producció;
- Piròlisi lenta:
  - depressió en concentració de pigments;
  - augment de biomassa aèria;
  - augment de l'eficiència de la fertilització.
- No es va observar més desenvolupament radicular.

## ANNEX 3: Ús Del Biocarbó En Sistemes Ramaders

### 1. Efectes sobre el benestar i la salut animal:

#### 1.1. L'ús del biocarbó en l'alimentació animal:

- neutralització de toxines procedents dels fitosanitaris en cultius i fermentació de pinsos: dioxines, glifosat, micotoxines, pesticides, PAH's. El biocarbó absorbeix aquestes substàncies tòxiques reduint el seu efecte sobre el sistema digestiu i la flora intestinal;
- augment del sistema immunològic, augmentant el bol intestinal i la flora bacteriana beneficiosa, reduint el risc d'infeccions i per tant l'ús d'antibiòtics;
- millora del sistema digestiu, augmentant l'activitat redox;
- millora de la salut, l'equilibri i l'activitat;
- dejeccions menys líquides i reducció de diarrees, millorant les condicions del llit;
- reducció de mutàgens i endògens.

#### 1.2. L'ús del biocarbó al llit dels animals:

- reducció d'humitat i d'olors per excés de nitrogen;
- reducció de la compactació i condició anaeròbica;
- reducció d'insectes:
  - menor risc de malalties de transmissió vectorial d'insectes;
  - ambient més agradable per animals i persones;
- reducció de malalties respiratòries i dermatitis plantar i durícies al pit en aus.

### 2. Efectes sobre el rendiment econòmic i productiu:

- potencial per augmentar l'eficiència dels pinsos mitjançant l'augment d'absorció de nutrients amb el consegüent augment del rendiment de la producció;
- potencial per reduir el risc de transmissió de salmonel·la i campylobacter en la cadena alimentària;
- reducció de les emissions d'amoniac contribuint a la millora de l'eficiència energètica, reduint alhora els costos per ventilació.

### 3. Aspectes mediambientals:

- reducció de les emissions de  $\text{NH}_3$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ;
- reducció de lixiviació dels nitrats quan els purins son incorporats als sòls agrícoles  
<https://www.biochar-journal.org/en/ct/29-Treating-liquid-manure-with-biochar>

## ANNEX 4 Assaig d'aplicació del Biocarbó com a suplement dietari en garrins durant la fase de deslletament.

(Prenafeta Boldú, Francesc Xavier, Program Head at GIRO (Integral Management of Organic Waste). IRTA Torre Marimon.

### Resum del projecte

Aquest projecte planteja un estudi sobre els efectes de l'enriquiment amb biocarbó del pinso durant el deslletament dels garrins d'una granja de producció ecològica. L'objectiu és el de millorar la salubritat i benestar animal, millorar els paràmetres de producció, i prescindir en la mesura del possible dels antibiòtics durant aquesta fase. Aquest estudi es durà a terme en condicions reals a l'ecogranja de producció porcina de "Embotits Salgot", amb inici al 1 de gener de 2019 i finalització al 31 de juliol de 2019 (7 mesos de durada del projecte). Durant aquest temps, es farà un seguiment dels paràmetres quantitius i qualitius de salubritat i benestar animal en lots de tractament (es provaran diferents dosis de carbó vegetal en pols) versus un control amb el mateix pinso però sense enriquir. El carbó vegetal serà aportat pels emprenedors de la iniciativa "Carbón Vivo" i el pinso serà elaborat pel "Celler Cooperatiu Salelles". Així mateix, es recolliran mostres de dejeccions dels diferents lots i s'analitzaran mitjançant tècniques de seqüenciació massiva (anàlisi del microbioma) per tal de poder determinar l'efecte del carbó vegetal sobre la biodiversitat i funcionalitat de la microbiota intestinal entèrica dels garrins. Finalment, es farà una caracterització fisicoquímica dels purins per tal de comprovar les seves propietats com a fertilitzant orgànic i les emissions potencials.

### Coneixement dels antecedents i de l'estat actual del tema

Per altra banda, el carbó vegetal en pols s'ha utilitzat des de temps immemorials per part dels humans com un remei casolà a determinades disfuncions intestinals, com ara la diarrea. El progrés en les disciplines mèdiques i farmacològiques ha anat relegant els remeis més tradicionals. En els darrers anys, però, hi ha un interès renovat pel que fa a l'ús dels derivats del carbó vegetal (carbó actiu) com a tractament en casos d'intoxicació gràcies a la seva gran capacitat d'absorció (Bond, 2002), així com en casos de diarrees de difícil tractament (Stein et al., 2010). L'interès pels beneficis en la salut i el benestar de la ingestió de derivats del carbó vegetal s'estan traslladant a l'àmbit de la producció animal en general, i particularment en el porcí, i ja s'han publicat treballs prometedors, alguns d'ells recollits recentment a la revisió

bibliogràfica de Toth et al. (2016). Avui en dia, el carbó vegetal es contempla com a un producte apte pel tractament de diarrees sota prescripció veterinària.

La viabilitat econòmica de la producció porcina intensiva es fonamenta, en bona part, en el deslletament precoç dels garrins. No obstant, l'estrès que comporta aquesta pràctica sobre els animals genera riscos importants pel que fa a la inadaptació al nou règim alimentari, l'aparició de diarrees, etc. (Heo et al. 2013). Tradicionalment s'han administrat antibiòtics per mitigar els efectes del deslletament, però aquesta estratègia té el problema de la creixent aparició de resistències als antimicrobians (Wu et al. 2018), fet que torna aquesta pràctica poc adequada amb els criteris de producció ecològica (Gunnarsson, 2018). A més a més, Espanya és un dels estats de la Unió Europea amb un consum més elevat d'antibiòtics a la ramaderia (Van Boekel et al., 2015), amb el que els sistemes de producció animal intensius es veuran subjectes a una pressió normativa creixent per trobar altres estratègies per garantir la salut intestinal dels animals, que no passi pel consum més o menys indiscriminat dels antibiòtics.

Cal, doncs, trobar alternatives viables als antibiòtics i actualment s'està treballant intensament a nivell internacional en el desenvolupament d'additius com ara els productes pre- i probiòtics que permetin modular la microflora intestinal per prevenir la disbiosi d'una manera més sostenible. La utilització del carbó vegetal per a aquest propòsit té l'avantatge del seu menor cost econòmic. A pesar de l'impacte potencial d'aquesta estratègia a Catalunya, essent una de les regions europees amb major concentració de porcí, les experiències en aquest sentit són pràcticament inexistent al nostre país. El present projecte s'adreça a omplir aquest buit del coneixement i a dotar d'eines pràctiques pel sector de la producció porcina ecològica en primer terme, però que també es puguin extrapolar als sistemes de producció intensiva més convencionals.

Un aspecte encara menys investigat és el fet que la utilització del carbó vegetal a la ramaderia pot tenir clars beneficis pel que fa al medi ambient. Com ja s'ha comentat, el carbó vegetal és una forma de carboni extremadament estable, motiu pel qual la dosi dietària subministrada es recuperarà als purins. Aquests acabaran aplicant-se al camp com a fertilitzant en la majoria dels casos, amb el que la presència de carbó vegetal serà beneficiosa en termes de la qualitat fertilitzant d'aquests purins, com a forma de segrestament del carboni i, probablement, per disminuir les emissions de gasos contaminants. Alguns treball recents sobre l'aplicació agronòmica conjunta de purins i carbó vegetal i les emissions d'amoníac i òxids de nitrogen així ho indiquen (Troy et al., 2013; Subedi et al., 2015). A més, el carbó vegetal s'elabora a partir de biomassa lignocel·lulòsica, sovint residual, i serveix per valoritzar-la.

## Objectius

L'objectiu principal de la present proposta de projecte és el de verificar, mitjançant un estudi pilot dut a terme en condicions d'una granja de producció ecològica, els beneficis de la suplementació dietària amb derivats del carbó vegetal durant la fase de deslletament dels garrins, com a estratègia per disminuir la incidència de les diarrees i evitar en la mesura de lo possible la utilització d'antibiòtics.

Així mateix, a partir d'aquest objectiu general se'n deriven un nombre d'objectius específics que es detallen a continuació:

1. Disposar de la literatura científica i tècnica sobre treballs i assajos semblants que s'hagin dut a terme arreu. Aquesta compilació serà especialment útil alhora d'acabar de perfilar certs detalls experimentals de l'assaig (p.e. disseny i optimització experimental, definir i ajustar les dosis de producte a aplicar, coordinació dels mostres amb el treball a la granja de maternitat, etc.).

Entregables: Una base de dades bibliogràfica actualitzada en la temàtica del projecte, formada per articles científics i tècnics, informes i reports, i altra documentació rellevant.

2. Quantificar la millora en la productivitat de la granja (menor mortalitat i taxes de creixement més elevades dels garrins) durant el deslletament, així com verificar altres paràmetres qualitius de benestar animal, associats a la suplementació del pinso amb carbó vegetal. Aquesta comparativa es farà sempre entre lots de tractament (pinso additivat) i de control (pinso sense additivar) manejats en paral·lel, per tal que les comparatives siguin significatives des del punt de vista estadístic.

Entregable: Conjunt de resultats experimentals i la corresponent anàlisi de significança estadística de les diferències observades.

3. Comprovar l'impacte del carbó vegetal sobre la biodiversitat i funcionalitat de la microbiota intestinal dels garrins mitjançant tècniques moleculars de seqüenciació massiva de l'ADN microbià. Aquest ADN s'extraurà de mostres fresques de les dejeccions dels garrins. L'estructura i biodiversitat de les comunitats bacterianes es determinaran mitjançant la seqüenciació massiva de llibreries gèniques ribosomals (anàlisi del microbioma), i de l'anàlisi dels aspectes funcionals que es puguin inferir a partir d'aquestes.

Entregable: Base de dades genòmica (llibreria gènica del 16S rRNA bacterià) i d'un conjunt de mostres fresques de dejeccions provinents de garrins tractats amb i sense el carbó vegetal additivat, amb el corresponent processat bioinformàtic i bioestadístic.

4. Caracteritzar la composició química de les dejeccions resultants (també del biochar utilitzat), especialment pel que fa referència a la quantitat de nutrients, i determinar el seu potencial d'emissió de gasos contaminants (causants de l'efecte hivernacle, i acidificant/eutrofitzant). Per tal d'obtenir resultats representatius amb un disseny experimental viable, aquesta tasca es durà a terme en condicions controlades de laboratori.

Entregable: Resultats experimentals dels paràmetres fisicoquímics de les dejeccions dels garrins (sòlids totals i volàtils, demanda química d'oxigen, nitrogen total Kjeldahl, nitrogen total amoniacal, fòsfor total, etc.), així com dels gasos acidificants i d'efecte hivernacle (amoníac i metà) emesos en condicions anòxiques d'incubació.

5. Difondre els resultats obtinguts al sector mitjançant l'organització de jornades tècniques, així com amb la publicació d'articles tècnics i científics, aprofitant que L'IRTA és un col·laborador habitual del DARP en tasques de difusió i transferència, i participa habitualment organitzant jornades tècniques del Pla Anual de Transferència Tecnològica.

Entregable: Redacció d'un mínim d'un article de recerca a una revista indexada de caire internacional d'alt impacte, i/o un altre de caire tècnic més enfocat al sector productiu. Presentació dels resultats en una jornada tècnica.

6. Tasques de coordinació i del projecte. La realització de l'estudi és viable gràcies a la implicació de diferents empreses directament vinculades a la producció ecològica del porcí. Actualment, ja estan duent a terme experiments amb l'additivació dels pinsos amb carbó actiu, però l'IRTA hi aportarà un valor addicional pel que fa a l'enfocament científic, però també com a coordinador del projecte.

Entregable: Reunions de treball (amb les actes/emailing corresponent) entre les entitats implicades en el projecte, realitzades amb una freqüència mínima bimensual, per tal d'analitzar els progressos i coordinar les tasques.

Aquests objectius específics en gran mesura defineixen les diferents activitats i estructura del projecte, tal com es desgrana en els apartats següents d'aquesta memòria. Per altra banda, la seva realització comportarà una aproximació metodològica interdisciplinària en els àmbits de la producció ecològica del porcí, la salut i nutrició dels animals (experiència aportada gràcies a la col·laboració amb el "Celler Cooperatiu Salelles", fabricants pinsos ecològics, i l'ecogranja de "Embotits Salgot"), la producció de carbó actiu de qualitat (expertesa de l'empresa col·laboradora "Carbón Vivo"), les tècniques de biologia molecular aplicades a l'estudi del microbioma intestinal, així com de les qüestions ambientals relacionades amb la gestió de les

dejeccions ramaderes (aquests dos darrers àmbits de coneixement de l'equip de l'IRTA implicat en aquest projecte). Un darrer objectiu seria aprofitar l'experiència del present projecte per consolidar i ampliar aquesta interacció entre l'àmbit de la recerca i diferents empreses del sector.

#### Referències bibliogràfiques

-Bond GR (2002) The role of activated charcoal and gastric emptying in gastrointestinal decontamination: A state-of-the-art review. *Annals of Emergency Medicine* 39:273-286.

-Graber E, Frenkel O, Jaiswal A & Elad Y (2014) How may biochar influence severity of diseases caused by soilborne pathogens? *Carbon Management* 5:169-183.

-Gunnarsson S & Mie A (2018) Organic animal production—a tool for reducing antibiotic resistance? *Professionals in food chains*, pp. 13. Wageningen Academic Publishers.

-Heo J M, Opapeju FO, Pluske JR, Kim JC, Hampson DJ, Nyachoti CM (2013) Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 97:207-237.

-McFarland LV (1999) Microecologic approaches for traveler's diarrhea, antibiotic-associated diarrhea, and acute pediatric diarrhea. *Current Gastroenterology Reports* 1:301-307.

-Mukherjee A & Zimmerman AR (2013) Organic carbon and nutrient release from a range of laboratory-produced biochars and biochar–soil mixtures. *Geoderma* 193:122-130.

-Stein A, Voigt W & Jordan K (2010) Review: Chemotherapy-induced diarrhea: pathophysiology, frequency and guideline-based management. *Therapeutic Advances in Medical Oncology* 2: 51-63.

-Subedi R, Kammann C, Pelissetti S, Taupe N, Bertora C, Monaco S, Grignani C (2015) Does soil amended with biochar and hydrochar reduce ammonia emissions following the application of pig slurry? *European Journal of Soil Science* 66:1044-1053.

-Toth JD & Dou Z (2016) Use and impact of biochar and charcoal in animal production systems. *Agricultural and environmental applications of biochar: advances and barriers* 199-224.

-Troy SM, Lawlor PG, O'Flynn CJ, Healy MG (2013) Impact of biochar addition to soil on greenhouse gas emissions following pig manure application. *Soil Biology and Biochemistry* 60:173-181.



-Van Boeckel TP, Brower C, Gilbert M, Grenfell BT, Levin SA, Robinson TP, Teillant A, Laxminarayan R (2015) Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112:5649-5654.

-Woolf D, Amonette JE, Street-Perrott FA, Lehmann J & Joseph S (2010) Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications* 1:56.

-Wu Y, Zhao J, Xu C, Ma N, He T, Zhao J, Ma X & Thacker PA Progress towards pig nutrition in the last 27 years. *Journal of the Science of Food and Agriculture* (en premsa).

## ANNEX 4: Details Elements Filtre D'aigua

Accesorio	Cantidad
Tambor de 200 L	4
Válvula de flotación	1
Tortillos, Juego de lavabo, para instalar la válvula de flotación	1
Llave de ½"	1
Conexión roscada hembra de PVC, ½"	9
Conexión roscada macho de PVC, ½"	7
Conexión "T" de PVC ½"	3
Codo de PVC, ½"	3
Válvula de PVC, ½"	8
Conexión roscada hembra de PVC, 1 ½"	1
Conexión roscada macho de PVC, 1 ½"	1
Válvula de PVC, 1 ½"	1
Adaptador de PVC, de 1 ½" a 2"	1
Manguera Flexible (1 m)	1
Tubería de PVC, ½" (4 m)	1
Tubería de PVC, 1 ½" (4 m)	1
Pegamento para PVC (pequeño)	1
Hilo Nylon o cable metálico (20 m)	1
Silicón	1
Cinta Teflón	1
Cortina de sombra (2 x 10 m)	1
Malla 1mm. Tamaño (90cm X 10 m)	1
Malla de plástico, 10 mm. Tamaño (1m x 2m)	1
Malla de plástico, 5 mm. Tamaño (1m x 2m)	1
Malla de plástico, 2.5 mm. Tamaño (1m x 2m)	1
Plataforma y techumbre	1
Tubería y conexiones de la fuente, y punto de uso	Defindo por el usuario

## ANNEX 5. Formació associada a la palla com a recurs

Les diferents línies de treball que conformen aquest projecte venen reforçades per una part formativa i/o divulgativa que obre la possibilitat de donar a conèixer i de compartir aquesta manera de fer amb professionals, veïnes, visitants i persones interessades a fer passes cap a una direcció més sostenible i respectuosa amb l'entorn.

Les línies de formació són les següents:

1. Permacultura
2. Agricultura regenerativa
3. Horts en bales de palla
4. Biochar
5. Bioconstrucció
6. Estufes d'inèrcia tèrmica

### Permacultura

Aquesta línia formativa és la base teòrica sobre la qual se sostenen tant la resta de línies formatives com tot el disseny del present projecte i es presenta en dos formats diferents:

- Introducció a la Permacultura
- Curs certificat de Disseny en Permacultura (CDP)

### Introducció a la Permacultura

OBJECTIUS:

Apropar-se a una perspectiva sistèmica i holística de les problemàtiques ambientals i socials actuals, així com a la seva resolució.

Introduir-se en l'ètica i principis de la Permacultura.

Descobrir com podem aplicar la ètica i principis de la Permacultura a les nostres vides i al nostre entorn.

DURADA: 12 hores

CONTINGUTS:

- Colapso climàtic i social actual: escalfament global, individualisme, gentrificació i consumisme.
- Què és la Permacultura?: Història, principis i ètica
- Tecnologia aplicada: què és i casos específics

- Aplicació de la Permacultura a les nostres vides: ecologia, economia circular, economia social i altres capitals
- Pràctica final

FORMADORS: Alessandro Ardovalini, Benedetta Longo, Ana González, Carolina Pérez, Joan Colín, Javier Fernández, Abel Zahinos, Manel Font

## Curs certificat de Disseny en Permacultura (CDP)

El Curs de Disseny en Permacultura (CDP) és un curs holístic d'un mínim de 72 hores, que engloba un ampli ventall de temes per mostrar com treballar amb el nostre entorn ecològic i social.

Un cop finalitzat el curs les participants hauran adquirit les habilitats per a ser formadores en Permacultura, així com els coneixements i eines per a dissenyar ecosistemes humanitzats, resilients i abundants, tant en un entorn rural com urbà.

OBJECTIUS:

Aprendre l'ètica, els principis i les estratègies de la Permacultura

Aprendre tècniques específiques per afavorir la regeneració dels ecosistemes i la creació d'entorns productius i abundants.

Adquirir eines i habilitats de disseny enfocades a la transformació del nostre entorn amb la finalitat de fer-lo resilient, regeneratiu i ecològicament viu.

DURADA: 72 hores lectives que inclouen

- 12 dies residencials: dia d'arribada, sis dies de classes, un dia de pausa, sis dies de classes i el dia de sortida
- 4 sessions al dia (sessions d'1 hora i 30 minuts)

CONTINGUTS

BLOC 1:

- Presentació del curs
- Història i filosofia de la Permacultura
- Introducció a algunes de les eines de disseny: zones, sectors, patrons/matrons de la natura
- Introducció a la sociocràcia: presa de decisions i de govern, que permet a una organització qualsevol comportar-se com un organisme viu, i d'auto-organitzar-se i auto-corregir-se. Adquirim eines que posarem en pràctica al llarg del curs
- El disseny de la vida I: on em trobo? Cap a on vaig? Quin és el meu objectiu?

## BLOC 2:

- Els principis del disseny, iniciant per l'observació
- Teoria i tècnica de lectura de mapes
- El clima, les biozones, els microclimes i la seva aplicació a un disseny de Permacultura
- L'aigua i el sòl com elements o recursos bàsics tant d'un ecosistema com del nostre disseny; diferenciació entre aigua rural i aigua urbana

## BLOC 3

- El sòl com organisme viu, tècniques i eines per a la seva regeneració
- La zonificació com eina de disseny d'un espai rural humanitzat:
  - Zona 0: l'habitatge
  - Zona 1: l'hort
  - Zona 2: el verger i el bosc comestible
  - Els animals a les zones 1 i 2
- Aplicació de l'ètica de la Permacultura al nostre disseny
- Com aplicar la Permacultura a les ciutats: Permacultura urbana

## BLOC 4

- Disseny de comunitats: Permacultura social
- Agricultura de consum a escala domèstica i compostatge a casa
- La zonificació com a eina de disseny d'un espai rural humanitzat 2:
  - Zona 3: sistemes productius
- Presentació de la Roda; una eina que engloba procediments, mètodes, i eines de disseny
- Primera fase del disseny: la entrevista, necessitats i objectius del client
- Creació dels grups per a la presentació dels projectes finals i avaluació de la primera meitat del curs.

## BLOC 5

- Introducció a la bioconstrucció i tecnologia aplicada: teoria i pràctica de com construir una cuina rocket i estufes eficients
- Introducció al aquicultura
- El col·lapse climàtic i disseny per fer front als desastres ambientals
- Gestió integrada de les plagues
- Teoria i pràctiques de facilitació de grups, economia social i altres capitals

## BLOC 6

- Eficiència energètica
- La internet de Gaia: què és el miceli?
- Introducció al Biochar
- Facilitació de grups 2
- Permacultura social: l'accés a l'habitatge i a la terra, el fenomen de la gentrificació

- Disseny de la vida II: valoració i reflexions del disseny de la vida I al final del curs
- Preparació de les presentacions de grup del projecte final de curs

El curs es tanca amb la presentació del projecte grupal final i el lliurament de certificats, amb la pertinent celebració pel recorregut i l'esforç que tant els participants com les formadores han compartit.

FORMADORES: Alessandro Ardovalini, Benedetta Longo, Ana González, Carolina Pérez, Joan Colín, Javier Fernández, Abel Zahinos, Manel Font

## Agricultura regenerativa

OBJECTIUS:

Capacitar a la persona agricultora en els fonaments de l'agricultura regenerativa i orgànica. Per aconseguir-ho seguirem el mètode d'*Organic Managers* que consta de 5 passos senzills que assegurin l'èxit d'una empresa agrícola.

DURADA: 3 dies

CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:

- Diagnòstic i visió: explicarem com definir el context i crear el full de ruta per a cada explotació. Com podem prendre decisions de forma holística;
- Business plan: aprendre a dissenyar un businessplan per la nostra finca, per tenir clar els costos i realitzar inversions generadores de riquesa;
- Disseny de finca: treballarem sobre el plànol, buscant sempre la millor ubicació per a cada activitat. Dins d'aquest apartat treballarem el concepte de disseny keyline;
- Fertilitat de la terra: explicarem els principis bàsics per crear un sòl ideal;
- Producció i maneig: treballarem el concepte de maneig holístic d'animals i gestió de cultius.

FORMADORA: *Organic Managers*

Manel Badia, Francesc Font, Jose Angel Perez.

## Horts en bales de palla

OBJECTIUS:

Donar a conèixer la tècnica d'acondicionament de bales de palla pel seu ús com a substrat de cultivo hortícola.

DURADA: 3 hores

CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:

- La descomposició de la fracció orgànica per procesos de compostatge aeròbic
- Metodologia del tractament de bales de palla per al seu precompostatge
- Fertilitzants i adobs orgànics facilitadors de processos de descomposició de la fracció orgànica
- Tècnica de sembra, transplant, regs i fertilització de les bales de palla
- Avantatges del cultiu en bales de palla en els anomenats sistemes d'horts urbans i les diverses formes de disseny.

FORMADORA: Manuel Font Santamaria

## Biochar

OBJECTIUS:

Divulgar el coneixement científic entorn a l'ús del biochar en sistemes agropecuaris, com a eina alternativa de gestió i valorització dels recursos derivats de l'activitat agrícola, forestal i de jardineria, per tal d'obtenir un recurs amb potencial per millorar els processos productius d'aquestes activitats amb un impacte mediambiental positiu.

Formar a les persones implicades en els sectors mencionats, mitjançant una sessió pràctica d'elaboració de biochar d'una manera senzilla i de baix cost a partir de residus generats a la seva activitat.

DURADA: 8 hores

CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:

### Part teòrica:

- Introducció al Biochar
- Aspectes medioambientals. Segrestament de CO<sub>2</sub>
- Recursos disponibles de biomassa per a la transformació. Piròlisi
- Aplicació de Biochar a la ramaderia
- Aplicació de Biochar en procesos de compostatge
- Aplicació de Biochar en l'agricultura
- Altres usos del Biochar
- Revisió d'assajos científics de camp
- Casos d'èxit

### Part pràctica:

- Producció de biochar a partir de material llenyós no homogèni: restes de poda

- Producció de biochar a partir de material homogèni: palla o closca de fruits secs

FORMADORES: Oriol Talavera i Javier Fernandez, CARBÓN VIVO SCCL

## Bioconstrucció

Aquesta línia formativa va dirigida tant a professionals de la construcció que volen transformar les seves pràctiques convencionals cap a l'ús de materials naturals, com a persones no provinents del món de la construcció però que volen adquirir els coneixements necessaris per autoconstruir-se la seva propia obra.

Exclusivament per aquesta línia formativa s'executarà una petita obra real a la zona dels horts amb un doble objectiu: dur a terme la part pràctica de cada mòdul formatiu, imprescindible en aquest tipus de formacions, al temps que es dota la zona d'hort d'un bany sec i d'un espai per emmagatzemar les eines de l'hort.

L'obra a executar té unes dimensions de planta de 3 metres per 4 metres exterior. Cimentació amb pneumàtics farcits de grava, estructura de fusta, palla com a material de farciment del mur, coberta verda i revestiment de les parets amb materials naturals.

Per a l'execució de l'obra és necessària una llicència d'obra provinent de l'ajuntament, per a l'obtenció de la qual es sol·licita una memòria valorada del projecte emesa per un tècnic i que té un cost de 1000€ s/IVA.

És aquesta memòria valorada la que ens permetrà pressupostar el cost total d'execució de l'obra en funció de les necessitats, i que inclou pressupost de materials, duració de la part pràctica de les formacions, necessitat d'organitzar camps de treball... Ja que no només volem construir per aprendre, sinó que volem aprendre construint i executar una obra real assegurant-nos de que quedarà acabada i disponible per cobrir la seva funció de bany ecològic i sostenible a la zona d'hort.

Tot i no tenir la memòria valorada, podem començar a dibuixar els diferents mòduls formatius i fases formatives i constructives de l'obra.

Mòdul 1: Replantejament i cimentació

Mòdul 2: Estructures de fusta

Mòdul 3: Coberta verda

Mòdul 4: Murs de palla

Mòdul 5: Revestiments naturals

Mòdul 6: Rehabilitació de murs de pedra seca

Tots els mòduls de la formació en bioconstrucció relacionats amb l'obra del bany sec tenen una introducció comuna que inclou:

- Presentació breu del projecte de Pujalt
- Introducció als principis bàsics de permacultura i bioconstrucció



- Presentació del concepte de bany sec i el seu disseny
- Conceptes bàsics sobre riscos laborals relacionats amb els objectius de cada mòdul formatiu

### *Mòdul 1: Replantejament i cimentació*

#### OBJECTIUS:

Executar totes les operacions de replantejament i cimentació a realitzar en funció de l'obra i segons els nivells de qualitat acceptables i amb l'estricta compliment de la normativa de seguretat específica.

#### CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:

- Presentació de diferents tipologies de cimentació
- Desbroçament de la zona a edificar
- Tirada de cordils per marcar la zona de cimentació segons el plànol
- Excavació de ciments, tipologies de terres
- Farciment de pneumàtics amb grava
- Col·locació dels pneumàtics i construcció de la sobre-cimentació

FORMADORA: Rikki Nitzkin

## *Mòdul 2: Estructures de fusta*

### **OBJECTIUS:**

Execució de totes les feines de fusteria de l'obra segons uns nivells de qualitat acceptables i amb l'estricta compliment de la normativa de seguretat específica.

Dividim aquest mòdul en tres fases diferenciades amb independència d'assistència a cadascuna d'elles.

### **FASE 1: ESTRUCTURA DEL BANY SEC**

#### **CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:**

- Conèixer els tipus d'encaixos de fusta més habituals i saber aplicar-los en funció dels requisits de l'estructura
- Aprendre a treballar amb la fusta estructural, tot aprenent conceptes essencials de disseny i de muntatge
- aprendre a organitzar-se els treballs de fusteria amb una bona elecció dels espais i la cura de les eines disponibles
- Muntatge complet de l'estructura de l'obra

FORMADORA: Mónica Cebada

### **FASE 2: COBERTA DEL BANY SEC**

#### **CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:**

- Conèixer els tipus d'encaixos de fusta més habituals i saber aplicar-los en funció dels requisits de la coberta
- Aprendre a treballar amb la fusta estructural, tot aprenent conceptes essencials de muntatge
- aprendre a organitzar-se els treballs de fusteria amb una bona elecció dels espais i la cura de les eines disponibles
- Muntatge complet de la coberta de l'obra

FORMADORA: Mónica Cebada

### **FASE 3: ACABATS I CARPINTERIA FINA DEL BANY SEC**

Aquesta fase corresponent a treballs de carpinteria es durà a terme un cop finalitzat el mòdul 4: Murs de palla.

#### **CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:**

- Presentació del concepte de carpinteria fina
- Coneixement de les eines que es faran servir: ús i com tenir cura d'elles
- Execució dels acabats o ajustaments de carpinteria necessaris
- Execució dels treballs relacionats amb el bany a l'interior

FORMADORA: Mónica Cebada

### *Mòdul 3: Coberta verda*

#### OBJECTIUS:

Execució de totes les operacions de col·locació de la coberta verda, segons uns nivells de qualitat acceptables i amb l'estricta compliment de la normativa de seguretat específica.

#### CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:

- Conceptes bàsics:

Avantatges i resultats eco-energètics d'una coberta verda; producció d'oxigen, absorció de CO<sub>2</sub> i neteja de l'aire; regulació de la temperatura i de la humitat; aïllament tèrmic i acústic; integració en el paisatge.

- Coberta verda:

Conceptes clau per al disseny i planificació; climatologia del lloc; necessitats de la construcció; ajardinament, desguassos

- Elements constructius:

Estructura de la coberta; aïllaments tèrmics; membrana impermeable; membranes de protecció mecànica i antiarrels; sistema de subjecció i antilliscament del substrat; capes de drenatge: substrats i vegetació.

- Sistemes i detalls constructius:

Inclinació de la coberta; unions entre làmines; acabats; reg i manteniment

FORMADORA: Escola Orígens

### *Mòdul 4: Murs de palla*

#### OBJECTIUS:

Execució de totes les operacions necessàries per al farciment de la estructura del mur de, l'obra amb palla segons uns nivells de qualitat acceptables i amb l'estricta compliment de la normativa de seguretat específica.

#### CONTINGUTS TEÒRICS:

- Introducció a la palla com a material de construcció

- Història de la construcció amb palla
- Exemples d'obres en tot el món
- Avantatges de la construcció amb palla: petjada ecològica, sostenibilitat, salut i impacte social

- Aspectes tècnics de la construcció amb palla

- Normativa vigent / marc legal
- Prestacions i comportament: difusió de vapor d'aigua, transferència de calor, capacitat de càrrega i resistència al foc

- Introducció a tècniques constructives
  - Sistema Nebraska (murs de càrrega o autoportant)
  - Sistema de farciment aparellat
  - Sistema de farciment del mateix tamany (en columna)
  - Tècnica CUT
  - Tècnica GREB
  - Mòduls prefabricats
  - SATE amb palla
  - Sistemes híbrids
  - Tècniques d'aïllament de cobertes i sòls
- La bala de palla
  - Tipus de palla: característiques de diferents cereals
  - Procès de recol·lecció y premsat de la palla: criteris per encarregar les bales
  - On i quan aconseguir les bales per la construcció?
  - Control de qualitat: densitat, humitat, direcció i llarg de les fibres i forma de la bala
  - Criteris per rebre la bala. Sistemes de classificació emmagatzematge i protecció, eines de calibratge.

## CONTINGUTS PRÀCTICS:

### Manipulació de la bala

- Manipulació física i seguretat en obra. Eines de manipulació
- Forma de la bala i ajustaments
- Defectes de premsat o emmagatzematge i la seva correcció
- Bales a mida

### Col·locació de la bala de palla

- Terminologia tècnica d'obra dels diferents elements i eines
- Organització dels equips de treball i de les seqüències de col·locació
- Aplicació de bales en tècniques de farciment
- Estabilització del mur i compressió de la bala dins el marc estructural

### Detalls constructius

- Cèrcol inferior de fusta: fabricació i necessitats
- Primera filera i protecció vers la humitat i rosegadors
- Encaix del mur amb portes i finestres
- Finestres: tancament a l'aire, ampits, posició al mur (exterior, interior, centre)
- Col·locació de bales sobre la finestra

- Acabats del mur respecte la teulada

#### Preparació del mur per rebre el revestiment

- Tècnica de farciment de forats amb palla solta
- Afaitat

FORMADORA: Rikki Nitzkin (+ 1 ajudant a partir de 12 participants)

### *Mòdul 5: Revestiments naturals*

#### OBJECTIUS:

Execució de totes les operacions de revestiment del mur de l'obra segons uns nivells de qualitat acceptables i amb l'estricta compliment de la normativa de seguretat específica.

#### CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:

##### Revestiments en general

- Els àrids i la seva funció dins del morter: granulometria, tipologies i proporcions
- Aglutinants: tipologies i característiques
- Fibres al morter: reforç estructural
- Les diferents capes i necessitats específiques de cadascuna
- Junes entre palla i altres materials
- Revestiments sobre fusta
- Evitar errors típics: esquerdes, erosió, pols...
- Aplacats: opcions i necessitats
- Protecció del mur vers a situacions climatològiques

##### Revestiments d'argila

- Introducció a la formulació i elecció de morters
- Eines per a barrejar i aplicar els revestiments de terra
- Elaboració de revestiments d'argila: capa d'imprimació i capa base
- Murs de mestre
- Adhesió de les diferents capes al mur i entre elles
- Estabilització de morters d'argila mitjançant additius, ja sigui per estètica o per dotar al mur de propietats específiques com la resistència a l'aigua
- Acabats fins: necessitats específiques i opcions
- Possibilitats estètiques
- Pintures d'argila i ús de pigments

FORMADORA: Rikki Nitzkin (+ 1 ajudant a partir de 12 participants)

## *Mòdul 6: Rehabilitació de mur de pedra seca*

La part pràctica d'aquest mòdul es desenvoluparà entorn al mur de pedra seca present a la zona d'horts que actualment es troba en un estat bastant deteriorat.

### OBJECTIUS:

Execució de les operacions de rehabilitació del mur de pedra seca dels horts segons uns nivells de qualitat acceptables i amb l'estricta compliment de la normativa de seguretat específica.

A més a més: Conèixer les normes bàsiques i els principis de la construcció en pedra seca.

Aprendre a utilitzar les construccions de pedra seca com a element estructural i funcional.

Analitzar els elements constructius amb pedra seca del nostre entorn.

Conèixer les diverses activitats que es promouen en el nostre territori, a través de les diverses entitats relacionades amb la pedra seca.

### DURADA:

3 dies. Del 5 al 7 de juny de 2020. Curs de 22 hores repartit de la següent manera;

Divendres 5: 8h (de 9 a 13h i de 15 a 19h). Dissabte 6 8h (de 9 a 13h i de 15 a 19h).

Diumenge 7: 6h(de 9 a 13h i de 14 a 16h)

### CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:

- Normes bàsiques i principis de la construcció amb pedra seca
- Pedra seca com a element estructural i funcional
- morfologia i composició de les pedres per seleccionar-les i utilitzar-les de la forma més favorable en la construcció
- Anàlisis dels elements constructius amb pedra seca del nostre entorn

Pràctica: Construcció de diferents elements amb pedra seca. Replantejament, planteig dels gruixos, criteris a seguir per pujar un mur i el seu coronament amb diversos detalls constructius. Aplicar metodologies correctes de treball. Coneixement i familiarització amb les eines i els útils de marger. Llei de la trava. Coronaments i elements singulars. (aprox 18h)

Teoria: Estudi i anàlisis de diferents elements constructius amb pedra seca (marges, feixes, partions, cabanes, pous de glaç i forns de calç). Principis mecànics i arquitectònics. Història de la pedra seca a Catalunya i arreu del món. Conèixer la tècnica margera i altres tècniques constructives. Aprendre els conceptes bàsics de l'arrencada en tota construcció de pedra seca. Tècniques de reconstrucció i consolidació de murs de pedra seca. (aprox 4 hores)

Es preveu un curs eminentment pràctic amb algun reforç de conceptes importants sobre la tècnica constructiva i exemples de casos reals.

#### FORMADORA:

Roger Solé Coromina: Marger i membre fundador de La Feixa, Pedra Seca.

Ferran Bergonyó: Aparellador i membre fundador d'Orígens, Escola Taller de Bioconstrucció.

#### PREU:

La valoració econòmica d'aquesta activitat la desglossem de la següent manera;

- Docència i Coordinació de l'activitat formativa (2 talleristes), documentació, eines específiques i medis auxiliars: 2.173,00 €
- Despeses de desplaçament (pujaríem i baixariem cada dia): 356,00 €

No inclou el material per a la realització de l'activitat. (ex: pedres).

### Estufes de inèrcia tèrmica

#### OBJECTIUS:

El taller “Estufes de massa tèrmica” és centrarà en l'estudi i la pràctica constructiva, per aconseguir la màxima eficiència d'una estufa a través d'un combustible tan apreciat i renovable com és la llenya. Aquest taller pretén ser una introducció al món de les estufes, aplicant mètodes pràctics i conceptuals, que alhora conviden a fer el teu propi disseny i la posterior construcció d'una de les estufes amb més alt rendiment que existeix.

DURADA: 4 dies

#### CONTINGUTS TEÒRICS I PRÀCTICS:

##### **Dia 0**

- Instal·lació de la canonada
- Tancament de forats i juntes del sostre
- Aïllament per evitar la percolació d'aigua de pluja

### **Dia 1**

- Definirem els perímetres de l'estufa i bancals
- Crearem la base d'aïllament tèrmic que sostindrà el sistema
- Construïrem els conductes que vehicularan els gasos calents
- Plantejarem la base i distribució de gasos de la càmera de combustió

### **Dia 2**

- Començarem a construir els volums de massa tèrmica
- Desenvoluparem i consolidarem la càmera de combustió i plantejarem els perímetres de massa tèrmica de la mateixa
- Preparació de la placa refractària que sostindrà la cuina econòmica

### **Dia 3**

- Acabar de construir els volums de massa tèrmica
- Realitzar la connexió dels tres sistemes: càmera de combustió, massa tèrmica, extracció de fums/xemeneia
- Tancar la part superior de la càmera de combustió
- primera encesa simbòlica per assegurar-nos d'un bon tiratge

### **Dia 4**

- Instal·lació del cremador Rocket Pro o Rocket Duo Pro
- Segona encesa simbòlica per celebrar

### **EXTRES:**

- Podrem practicar a realitzar una cuina Nòmada d'exterior per a fer el cafè o infusions
- Veurem les particularitats de la Cuina Autocombustible
- Posarem en funcionament una RocketStove de ferro portàtil i farem una pràctica d'observació per a millorar-la

FORMADORA: Joan Colin. D'Arts amb Caliu