

Plec d'especificacions tècniques per al desenvolupament d'una aplicació web de càlcul de l'impacte ambiental de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics

Índex

1. Introducció	0
2. Objectiu del desenvolupament de la nova aplicació web de càlcul d'impacte ambiental	1
3. Propòsit del present plec d'especificacions tècniques.....	2
4. Descripció de l'aplicació actual de càlcul d'impacte ambiental desenvolupada i utilitzada pel CPF.....	2
4.1. Mòduls de càlcul de l'aplicació desenvolupada en Excel i VBA	3
4.2. Fulles d'Excel de l'aplicació desenvolupada en Excel i VBA.....	7
5. Descripció de la nova aplicació web de càlcul de l'impacte ambiental de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics que es vol desenvolupar	9
5.1. Funcionalitats principals que han de ser implementades en la nova aplicació web.....	9
5.2. Arquitectura i disseny.....	10
5.3. Proves i validació	12
5.4. Requisits d'implementació	12
5.5. Requisits de lliurament.....	13
6. Pressupost i criteris d'avaluació	13
7. Contacte i terminis	14

1. Introducció

El Centre de la Propietat Forestal (CPF) es una entitat de la Administració Forestal de Catalunya, participada pel sector forestal privat, dedicada a fomentar la planificació i gestió forestal dels boscos de titularitat privada, garantint la conservació dels boscos i l'aprofitament sostenible dels recursos forestals.

El CPF també té un paper important en la recerca i desenvolupament d'eines i metodologies per a la gestió forestal sostenible mitjançant la col·laboració i participació en projectes amb altres entitats i socis, que contribueixen al coneixement i innovació en el sector forestal.

Recentment, el CPF ha coordinat el projecte LIFE Climark. L'objectiu principal d'aquest projecte era desenvolupar una metodologia que permetés calcular l'impacte de la gestió multifuncional del bosc en la mitigació i adaptació al canvi climàtic.

El projecte analitzava com diferents models de gestió forestal i actuacions silvícoles afectaven a tres factors fonamentals en l'impacte ambiental: el carboni, l'aigua i la biodiversitat. Com a resultat del projecte, s'ha obtingut una metodologia per calcular l'impacte ambiental de diferents actuacions en cada un dels factors indicats. Els resultats i la metodologia s'han recollit en el document "[Metodologia de càlcul de l'impacte de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics: carboni, aigua i biodiversitat](#)", editat pel CPF.

Amb l'objectiu de facilitar i automatitzar el càlcul de l'impacte ambiental, el CPF ha desenvolupat una aplicació per a ús propi a mode de calculadora, feta amb Excel i VBA, específica i adaptada a la metodologia publicada. Mitjançant aquesta aplicació es poden realitzar els càlculs necessaris per obtenir els resultats de l'impacte de la gestió forestal en el carboni, l'aigua i la biodiversitat, simplificant l'obtenció de resultats i centralitzant en una sola eina les equacions, models i indicadors utilitzats o calculats durant el desenvolupament del projecte LIFE Climark.

Actualment, l'interès per la metodologia i el càlcul de l'impacte ambiental està experimentant un notable creixement. Cada vegada més persones i entitats s'estan informant sobre com aplicar aquesta metodologia en els seus propis projectes. Per aquest motiu, el CPF vol desenvolupar una nova aplicació web que permeti a un públic més ampli, incloent professionals del sector forestal, gestors ambientals i entitats o persones interessades, utilitzar la metodologia i aquesta eina de càlcul de manera més accessible.

2. Objectiu del desenvolupament de la nova aplicació web de càlcul d'impacte ambiental

L'objectiu principal del desenvolupament d'una aplicació web de càlcul d'impacte ambiental de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics és proporcionar una eina intuïtiva i accessible que permeti realitzar els càlculs descrits en el document "[Metodologia de càlcul de l'impacte de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics: carboni, aigua i biodiversitat](#)" de manera eficient.

L'aplicació web haurà de permetre als usuaris introduir les dades necessàries i obtenir resultats precisos en relació a l'impacte ambiental de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics, com ara l'equilibri de CO₂, els recursos hídrics i l'índex de biodiversitat. La interfície de l'aplicació es dissenyarà de manera intuïtiva, amb un flux de treball clar i senzill, per facilitar la realització dels càlculs de manera eficient.

Es busca també fer l'aplicació web accessible a un públic més ampli. Això implica que els usuaris, incloent-hi professionals del sector forestal, gestors ambientals i altres persones o entitats interessades, puguin utilitzar l'eina sense necessitat de tenir coneixements tècnics especialitzats. La interfície d'usuari es dissenyarà de manera amigable, amb instruccions clares i suport per guiar els usuaris al llarg del procés de càlcul.

Finalment, es té com a objectiu substituir l'actual aplicació d'ús intern del CPF. La nova aplicació web haurà d'incorporar les funcionalitats necessàries per realitzar els càlculs i obtenir els resultats equivalents als obtinguts amb l'aplicació interna. Això assegurarà una transició fluida i permetrà al CPF utilitzar la nova eina per a les seves pròpies avaluacions d'impacte ambiental de la gestió forestal.

3. Propòsit del present plec d'especificacions tècniques.

El propòsit del present plec de especificacions tècniques és proporcionar una descripció general dels requisits i funcionalitats principals de la nova aplicació web de càlcul d'impacte ambiental. No es pretén realitzar una descripció exhaustiva de totes les funcionalitats i càlculs, ja que es considera que l'aplicació existent d'ús intern del CPF és una referència adequada per al desenvolupament de l'aplicació web.

L'aplicació interna del CPF, utilitzada actualment, compta amb totes les funcions de càlcul, així com les equacions, models i dades tabulades desenvolupades o utilitzades durant l'elaboració de la metodologia de referència. Per tant, la nova aplicació web es basarà en aquesta aplicació interna i s'espera que proporcioni resultats consistents i comparables.

Per facilitar la comprensió i l'anàlisi de les funcionalitats de la nova aplicació, el CPF posarà a disposició dels interessats l'aplicació interna per al seu anàlisi prèvia sol·licitud. Això permetrà als proveïdors de desenvolupament de programari comprendre les funcionalitats requerides i les característiques desitjables de la nova aplicació.

A més, els interessats podran sol·licitar reunions informatives amb la persona encarregada del projecte, designada pel CPF. Aquestes reunions proporcionaran una oportunitat per aclarir qualsevol dubte, discutir aspectes tècnics i obtenir més detalls sobre els requisits i objectius del projecte.

4. Descripció de l'aplicació actual de càlcul d'impacte ambiental desenvolupada i utilitzada pel CPF

El Centre de la Propietat Forestal (CPF) ha desenvolupat una aplicació per a ús intern de càlcul d'impacte ambiental en l'àmbit de la gestió forestal. Aquesta aplicació, elaborada utilitzant Microsoft Excel i VBA (Visual Basic for Applications), permet calcular l'impacte de les actuacions de gestió forestal en el balanç de CO₂, la disponibilitat d'aigua i l'índex de biodiversitat. L'aplicació consta de diferents mòduls que permeten seleccionar els càlculs específics a realitzar. Els càlculs es basen en equacions al·lomètriques, indicadors i dades tabulades emmagatzemades en fulls d'Excel.

A continuació, es presenta una descripció dels diferents mòduls de l'aplicació de càlcul d'impacte ambiental desenvolupada pel Centre de la Propietat Forestal (CPF) així com de les fulles d'Excel que incorpora l'aplicació. És important destacar que aquesta descripció i les captures de pantalla que es presentaran tenen la finalitat de servir com a referència per al desenvolupament de la nova aplicació web. El disseny final de l'aplicació web pot variar i no necessàriament ha de ser com l'aplicació existent en Excel i VBA.

4.1. Mòduls de càlcul de l'aplicació desenvolupada en Excel i VBA

1. Mòdul d'inici

El mòdul d'inici és el punt de partida de l'aplicació. Proporciona una interfície des de la qual l'usuari pot accedir als altres mòduls de càlcul d'impacte ambiental. A més, en aquest mòdul es poden introduir dades de caràcter general, com la identificació de la zona en estudi i la superfície de la mateixa. Aquestes dades serviran com a base per als càlculs realitzats en els altres mòduls.

CÀLCUL DE L'IMPACTE DE LA GESTIÓ FORESTAL EN ELS SERVEIS ECOSISTÈMICS: CARBONI, AIGUA I BIODIVERSITAT

DADES GENERALS

Nom de la finca Codi de rodal Superfície rodal (ha) Període de càlcul (anys)

MÒDULS DE CÀLCUL

Balanz de carboni **Recursos hídrics** **Biodiversitat**

Segrest de CO2 per gestió forestal Impacte de la gestió forestal en l'aigua Impacte de la gestió forestal sobre la biodiversitat

Emissions CO2 treballs forestals i productes obtinguts

Emissions CO2 evitades per prevenció i substitució

ALTRES FUNCIONALITATS

Eliminar totes les dades guardades

Imatge 1: Mòdul d'inici de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

2. Mòdul segrest de CO2 per gestió forestal

Aquest mòdul permet a l'usuari introduir dades relacionades amb la gestió forestal, com les espècies forestals involucrades, el tipus de model de gestió i itinerari silvícola aplicat o les característiques de l'actuació silvícola realitzada. Mitjançant aquesta interfície, l'usuari pot seleccionar les opcions corresponents i obtenir resultats relacionats amb l'impacte de la gestió forestal en el balanç de CO2.

CÀPSULA 1. SEGREST DE CARBONI

Balanç de carboni segrestat (tCO₂) = tCO₂ segrestades gestió - tCO₂ segrestades no gestió

Superfície rodal (ha): Període (anys):

Dades de la situació inicial de la massa forestal

	Densitat (p/ha)	AB (m ² /ha)	HT (m) *	AB (%)	Dg (cm)	V (m ³ /ha)	BAT (t/ha)	BBF (t/ha)	BST (t/ha)	CAT (t/ha)	CBF (t/ha)	CST (t/ha)	
Espècie principal	Pinus halepensis	1259	20,7	12,7	100	14,47	113,04	73,38	19,75	16,64	36,62	9,86	8,3
Espècie secundària													

* L'alçada (HT) és opcional. Si es deixa en blanc es calcularà l'alçada mitjançant al·lometries (Dg).

Model ORGEST de referència i itinerari silvícola (espècie principal)

Espècie	Previsió model ORGEST (itinerari silvícola)	Estimació balanç de carboni (model ORGEST)	Estimació balanç de carboni (no gestió)
Pinus halepensis	Previsió model ORGEST (itinerari silvícola)	Estimació balanç de carboni (model ORGEST)	Estimació balanç de carboni (no gestió)
Model ORGEST	Ph01 (Q, A)		
Itinerari	A. baixa (I) (Ph01)		
	Situació inicial	Carboni fixat per creixement de la massa	Carboni fixat per creixement de la massa
	Tallada planificada	Carboni emès per matèria orgànica morta	Carboni emès per matèria orgànica morta
	Evolució prevista	Balanç de carboni (model ORGEST)	Balanç de carboni (no gestió)

Masses mixtes (espècie secundària)

Espècie secundària	Model ORGEST	Fase	AB (%)

C fixat (ORGEST) C emès (ORGEST) Balanç C (ORGEST) C fixat (no ges.) C emès (no ges.) Balanç C (no ges.)

Dades de la tallada silvícola realitzada

	Densitat (p/ha)	AB (m ² /ha)	Dg (cm)	BAT (t/ha)	BBF (t/ha)	BST (t/ha)	MOM (t/ha)
Espècie principal	Pinus halepensis	373	6,9	15,35	53,12	17,6	15,14
Espècie secundària							

Carboni emès per matèria orgànica morta (sp pri.)
Carboni emès per matèria orgànica morta (sp)

RESULTATS CÀPSULA 1: SEGREST DE CARBONI

	Amb gestió	Sense gestió	Balanç G-nG	B. (t/ha)	B. (t)
Fixació de carboni per creixement de la massa forestal (t/ha/any)	1,97	2,08	-0,11	-1,1	-16,5
Emissions de carboni per matèria orgànica morta (t/ha/any)	0,03	0,44	-0,41	-4,1	-61,5
Balanç de carboni (t/ha/any)	1,94	1,64	0,3	3	45
Balanç de diòxid de carboni segrestat (t/ha/any)	7,12	6,02	1,1	11	165

AB: Àrea basimètrica
Dg: Diàmetre quadràtic mig
V: Volum amb escorça
BAT: Biomassa aèria
BBF: Biomassa en branques i fulles
BST: Biomassa en arrels

BC: Biomassa d'escorça
BM: Biomassa de fusta
CAT: Carboni aeri
CBF: Carboni en branques i fulles
CC: Carboni en escorça
CST: Carboni en arrels
1 tC = 3,67 tCO₂

Calcular Guardar Reiniciar Tancar

Imatge 2: Mòdul segrest de CO₂ per gestió forestal de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

3. Mòdul emissions CO₂ treballs forestals i productes obtinguts

En aquest mòdul, l'usuari pot introduir dades sobre els aprofitaments forestals que s'obtenen de la gestió forestal, tipus d'actuacions realitzades i el transport fins a indústria per obtenir resultats sobre emissions de CO₂ produïdes per la maquinària utilitzada, el transport del productes i el cycle de visa d'aquests productes.

CÀPSULA 2. EMISSIONS DE DIÒXID DE CARBONI DELS TREBALLS I ELS PRODUCTES OBTINGUTS

tCO₂ emeses = tCO₂ emeses treballs silvícoles i transport + tCO₂ emeses combustió productes

Superfície rodal (ha):

Dades sobre el producte obtingut

	Densitat (p/ha)	AB (m ² /ha)	Dg (cm)	BM (t/ha)	BC (t/ha)
Espècie principal	Pinus halepensis	373	6,9		
Espècie secundària					

Emissions produïdes pels treballs silvícoles i el transport dels productes a indústria

Treballs silvícoles

	tCO ₂ /ha
1 -	
2 -	
3 -	

Transport de productes obtinguts

Pes en verd producte (t/ha)	
Capacitat càrrega camió (t)	20
Distància a indústria (km)	40

Emissions produïdes pels treballs silvícoles (tCO₂/ha) **Emissions produïdes pel transport (tCO₂/ha)**

Emissions per combustió dels productes de cycle de vida curt

Espècie	Tipologia de tractament silvícola	Cicle llarg (%)	Cicle mig (%)	Cicle curt (%)
Pinus halepensis				

Emissions produïdes per combustió dels productes (tCO₂/ha)

RESULTATS CÀPSULA 2. EMISSIONS DE DIÒXID DE CARBONI DELS TREBALLS I ELS PRODUCTES OBTINGUTS

	t/ha	t
Emissions CO ₂ produïdes pels treballs silvícoles (t/ha)		
Emissions CO ₂ produïdes pel transport (t/ha)		
Emissions CO ₂ produïdes per combustió dels productes		
Emissions CO₂ dels treballs i els productes obtinguts (t/ha)	 	

AB: Àrea basimètrica
Dg: Diàmetre quadràtic mig
BAT: Biomassa aèria
BBF: Biomassa en branques i fulles

BM: Biomassa en fusta
BC: Biomassa en escorça
CM: Carboni en fusta
CC: Carboni en escorça

1 tC = 3,67 tCO₂
Factor reciclatge: 25%
Emissions camió: 0,549 kg/CO₂ km

Calcular Guardar Reiniciar Tancar

Imatge 3: Mòdul emissions CO₂ treballs forestals i productes obtinguts de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

4. Mòdul emissions CO2 evitades per prevenció i substitució

El mòdul d'emissions CO2 evitades per prevenció i substitució permet a l'usuari avaluar l'impacte que la gestió forestal plantejada i les actuacions realitzades té en la prevenció d'incendis forestals així com les emissions evitades per l'efecte substitució dels productes forestals en relació a altres productes d'origen no renovable.

IMPACTE DE LA GESTIÓ FORESTAL EN EL BALANÇ DE CARBONI - CÀPSULA 3. EMISSIONS DE DIÒXID DE CARBONI EVITADES

CÀPSULA 3. EMISSIONS DE DIÒXID DE CARBONI EVITADES

tCO2 evitades = tCO2 evitades en la prevenció d'incendis + tCO2 evitades per substitució

Superfície rodal (ha)

Emissions evitades en la prevenció d'incendis del rodal on s'ha actuat

Situació de la massa forestal abans del tractament silvícola

Espècie forestal	Densitat (p/ha)	AB (m2/ha)	Ht (m) *	Dg (cm)	BAT (t/ha)	FComb (%)	FE (tCO2)
Pinus halepensis	1259	20,7	12,7	14,47	73,38		

tCO2/ha emeses en escenari de no gestió

Situació de la massa forestal després del tractament silvícola

Espècie forestal	Densitat (p/ha)	AB (m2/ha)	Ht (m) *	Dg (cm)	BAT (t/ha)	FComb (%)	FE (tCO2)
	886	13,8					

tCO2/ha emeses en escenari de gestió

Probabilitat anual de crema (%)

tCO2/ha evitades en la prevenció d'incendis (rodal)

* L'alçada (Ht) és opcional. Si es deixa en blanc es calcularà l'alçada mitjançant al·lometries (Dg).

Emissions evitades en el paisatge en àrees estratègiques de prevenció d'incendis

Situació de la massa forestal en la zona protegida

	BAT (t/ha)	FComb (%)	FE (tCO2)
Matoll			
Coníferes			
Fulloses			

Superfície zona protegida (ha)

tCO2/ha emeses en zona protegida

tCO2/ha evitades en la prevenció d'incendis (punt estratègic)

Emissions evitades per l'efecte substitució

Espècie forestal	Producte (t/ha)	C. llarg (%)	C. mig (%)	C. curt (%)	C. llarg (t/ha)	C. mig (t/ha)	C. curt (t/ha)
Pinus halepensis							

Emissions evitades per l'efecte substitució (tCO2/ha)

RESULTATS CÀPSULA 3. EMISSIONS DE DIÒXID DE CARBONI EVITADES

	tCO2/ha	tCO2
tCO2/ha evitades en la prevenció d'incendis (rodal)		
tCO2/ha evitades en la prevenció d'incendis (punt estratègic)		
tCO2/ha evitades per l'efecte substitució		
Emissions de CO2 evitades (t)		

Calcular Guardar Reiniciar Tancar

AB: Àrea basimètrica
Dg: Diàmetre quadràtic mig
BAT: Biomassa aèria
CAT: Carboni aeri

FComb: Factor de combustió
FE: Factor emissió CO2
Probabilitat crema rodal: 8 anys

Imatge 4: Mòdul emissions CO2 evitades per prevenció i substitució de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

5. Mòdul impacte de la gestió forestal en l'aigua

Aquest mòdul serveix per calcular els canvis en la disponibilitat d'aigua conseqüència de la gestió forestal i actuacions realitzades a la zona d'estudi.

IMPACTE DE LA GESTIÓ FORESTAL EN ELS RECURSOS HÍDRICS

IMPACTE DE LA GESTIÓ FORESTAL EN ELS RECURSOS HÍDRICS

Impacte de la gestió sobre H2O exportada = (m3 H2O post tallada - m3 H2O inicial) * n/2

Superfície rodal (ha): Període (anys):

Càlcul de l'indicador de provisió d'aigua

Espècie forestal	Índex d'humitat (IH)	ABI (m2/ha)	ABI (%)	Aigua(i) (m3/ha)	ABf (m2/ha)	ABf (%)	Aigua(f) (m3/ha)

m3H2O(i): m3H2O(f):

ABI: Àrea basimètrica inicial (previ tallada)
ABf: Àrea basimètrica final (després tallada)

RESULTATS IMPACTE DE LA GESTIÓ FORESTAL EN ELS RECURSOS HÍDRICS

Impacte de la gestió sobre H2O exportada (m3/ha/any)	
Impacte de la gestió sobre H2O exportada (m3/ha)	
Impacte de la gestió sobre H2O exportada (m3)	

Calcular Guardar Reiniciar Tancar

Imatge 5: Mòdul impacte de la gestió forestal en l'aigua de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

6. Mòdul impacte de la gestió forestal sobre la diversitat

En el darrer mòdul de càlcul de l'aplicació l'usuari pot introduir dades relatives a l'índex de biodiversitat de la zona d'estudi i avaluar els canvis que es produiran en aquest índex en relació a l'execució de diferents tipus d'actuacions silvícoles.

IMPACTE DE LA GESTIÓ FORESTAL EN LA BIODIVERSITAT ×

IMPACTE DE LA GESTIÓ FORESTAL EN LA BIODIVERSITAT

Impacte sobre la biodiversitat (%) = (IBP rodal gestionat - IBP rodal no gestionat)/(IBP rodal no gestionat)

Estimació de l'impacte de les actuacions forestals sobre la biodiversitat

Factors IBP	IBP (nG)	Mesura proposada	IBP (G)
Factor A: Espècies arbòries autòctones			
Factor B: Diversitat d'estrats			
Factor C: Fusta morta gran en peu			
Factor D: Fusta morta gran al sòl			
Factor E: Arbres vius grans			
Factor F: Arbres vius portadors de DMH			
Factor G: Espais oberts			
IBP rodal no gestionat		IBP rodal gestionat	

IBP (nG): Puntuació IBP inicial (rodal no gestionat)
IBP (nG): Puntuació IBP final (rodal gestionat)

RESULTATS IMPACTE DE LA GESTIÓ FORESTAL EN LA BIODIVERSITAT

IBP rodal no gestionat

IBP rodal gestionat

Impacte sobre la biodiversitat (%)

Calcular

Guardar

Reiniciar

Tancar

Imatge 6: Mòdul impacte de la gestió forestal sobre la diversitat de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

4.2. Fulles d'Excel de l'aplicació desenvolupada en Excel i VBA

1. Full "impacte serveis ecosistèmics"

En aquest full es guarden principalment els resultats d'impacte ambiental obtinguts en els diferents mòduls de càlcul que incorpora l'aplicació. També és el full des d'on s'inicia el primer dels mòduls de càlcul de l'aplicació (mòdul d'inici).

Càlcul de l'impacte de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics: carboni, aigua i biodiversitat				
Iniciar Calculadora Impacte Serveis Ecosistèmics				
Dades generals				
Nom de la finca:				
Codi de rodal:				
Superfície rodal (ha):	10			
Període de càlcul (anys):	15			
RESULTATS DEL CÀLCUL DE L'IMPACTE DE LA GESTIÓ FORESTAL EN ELS SERVEIS ECOSISTÈMICS				
Impacte de la gestió forestal en el balanç de carboni				
		t/ha/any	t/ha	t
Fixació de carboni per creixement de la massa forestal	-0,11	-1,1	-16,5	
Emissions de carboni per matèria orgànica morta	-0,41	-4,1	-61,5	
Balanç de carboni	0,3	3	45	
Balanç de CO2 segrestat	1,1	11	165	
Emissions CO2 produïdes pels treballs silvícoles				
Emissions CO2 produïdes pel transport				
Emissions CO2 produïdes per combustió dels productes				
Emissions CO2 dels treballs i els productes obtinguts				
Emissions CO2 evitades en la prevenció d'incendis (rodal)				
Emissions CO2 evitades en la prevenció d'incendis (punt estratègic)				
Emissions CO2 evitades per l'efecte substitució				
Emissions de CO2 evitades				
Impacte de la gestió forestal en el balanç de diòxid de carboni				165,00
Impacte de la gestió forestal en els recursos hídrics				

Imatge 7: Secció del full "impacte_serveis_ecosistèmiocs" de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

2. Full “dades guardades”

En aquest full es guarden les dades introduïdes per l'usuari i els càlculs intermedis realitzats pels diferents mòduls de càlcul.

Dades guardades a la calculadora d'impacte dels serveis ecosistèmics				
Impacte de la gestió forestal en el balanç de carboni - Càpsula 1: Segrest de carboni				
dades de la situació inicial de la massa forestal				
espècie	densitat (p/ha)	ab (m2/ha)	alçada (m)	ab (%)
Pinus halepensis	1259	20,7	12,7	
model orgest de referència i itinerari silvícola (espècie principal)				
espècie	orgest	itinerari	Si: densitat	TP: densitat
Pinus halepensis	Ph01 (Q. A)	A. baixa (I) (Ph01)		1300
G: C fixat	G: C emès	G: Balanç	NG: C fixat	NG: C emès
1,97	0,28	1,69		2,08
model orgest masses mixtes (espècie secundària)				
espècie	orgest	fase	ab (%)	G: C fixat
dades de la tallada silvícola realitzada				
espècie	densitat (p/ha)	ab (m2/ha)	dg (cm)	BAT (t/ha)
Pinus halepensis	373	6,9		15,35

Imatge 8: Secció del full “dades_guardades” de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

3. Fulls “indicadors”, “al·lometries”, “modOrgest”, “modOrgestFase”, “modAigua” i “modIBP”

Aquests fulls contenen les equacions al·lomètriques, els indicadors, les dades tabulades i, en definitiva, tota la informació utilitzada pels diferents mòduls de càlcul per alimentar determinats camps dels formularis, processar les dades introduïdes per l'usuari i realitzar tots els càlculs necessaris per obtenir els resultats d'impacte ambiental de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics.

id	codi_sp	nom_sp	all_espai	HT_origen	HT_var_dep_units	HT_var_dep_translation	HT_equation	HT_param_a	HT_param_b	VOB_origen	VOB_var_dep_units	VOB_var_dep_translation	VOB_equation	VOB_param_a	VOB_param_b
1	ph	Pinus halepensis	Catalunya	IEFC	m		Altura total (Ht [m])	Ht = a·DBH ^b	2,190798044	0,499974459	IEFC	dm³	Volum amb escorça (VOB [dm³])	VOB = a·DBH ^b	0,080944456
3	pn	Pinus nigra	Catalunya	IEFC	m		Altura total (Ht [m])	Ht = a·DBH ^b	1,38484931	0,668702424	IEFC	dm³	Volum amb escorça (VOB [dm³])	VOB = a·DBH ^b	0,051322635
4	ps	Pinus sylvestris	Catalunya	IEFC	m		Altura total (Ht [m])	Ht = a·DBH ^b	1,928525567	0,566683471	IEFC	dm³	Volum amb escorça (VOB [dm³])	VOB = a·DBH ^b	0,079610728
28	qf	Quercus faginea	Catalunya	IEFC	m		Altura total (Ht [m])	Ht = a·DBH ^b	1,601526618	0,548519015	IEFC	dm³	Volum amb escorça (VOB [dm³])	VOB = a·DBH ^b	0,070969522
5	qh	Quercus humilis	Catalunya	IEFC	m		Altura total (Ht [m])	Ht = a·DBH ^b	1,714758635	0,612456262	IEFC	dm³	Volum amb escorça (VOB [dm³])	VOB = a·DBH ^b	0,08315713
2	qi	Quercus ilex	Catalunya	IEFC	m		Altura total (Ht [m])	Ht = a·DBH ^b	1,806256771	0,517924428	IEFC	dm³	Volum amb escorça (VOB [dm³])	VOB = a·DBH ^b	0,097508512

Imatge 9: Secció del full “allometries” de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

id	especie	qualitat	model	model_Q	fase	actuacio	itinerari	n_(i)	g_(i)	n_(t)	g_(t)	n_(e)	g_(e)	anys_(e)	c_fixat_any(g)	c_emes_total(g)	c_any(g)	c_
1	Pinus halepensis	A	PH01	PH01 (Q. A)	Inicial	A. plançonedada	A. plançonedada (Ph01)	5000	14,14	2700	7,63	2300	31	8	5,8	0,25	5,55	
2	Pinus halepensis	A	PH01	PH01 (Q. A)	Inicial	A. mixta	A. mixta (Ph01)	2300	31	1000	10,23	1300	41	14	3,6	0,21	3,39	
3	Pinus halepensis	A	PH01	PH01 (Q. A)	Intermèdia	A. baixa (I)	A. baixa (I) (Ph01)	1300	41	600	13,53	700	37	15	1,97	0,28	1,69	
4	Pinus halepensis	A	PH01	PH01 (Q. A)	Intermèdia	A. baixa (II)	A. baixa (II) (Ph01)	700	37	325	12,58	375	30	19	1	0,27	0,73	
5	Pinus halepensis	A	PH01	PH01 (Q. A)	Final	T. disseminatòria	T. disseminatòria (Ph01)	375	30	250	18	125	13	12	0,31	0,41	-0,1	
6	Pinus halepensis	A	PH01	PH01 (Q. A)	Final	T. final	T. final (Ph01)	125	13	125	13	5000	14,14	11	1,78	0,3	1,48	
7	Pinus halepensis	A	PH02	PH02 (Q. A)	Inicial	A. plançonedada	A. plançonedada (Ph02)	5000	9,82	2700	5,3	1300	33	20	3	0,15	2,85	
8	Pinus halepensis	A	PH02	PH02 (Q. A)	Intermèdia	A. mixta	A. mixta (Ph02)	1300	33	600	11,22	700	34	15	2,31	0,23	2,08	
9	Pinus halepensis	A	PH02	PH02 (Q. A)	Intermèdia	A. baixa	A. baixa (Ph02)	700	34	300	10,54	375	32	19	1,42	0,23	1,19	
10	Pinus halepensis	A	PH02	PH02 (Q. A)	Final	T. disseminatòria	T. disseminatòria (Ph02)	375	32	275	19,84	125	13	10	0,32	0,45	-0,13	
11	Pinus halepensis	A	PH02	PH02 (Q. A)	Final	T. final	T. final (Ph02)	125	13	125	13	5000	9,82	6	1,91	0,3	1,61	
12	Pinus halepensis	A	PH03	PH03 (Q. A)	Inicial	A. plançonedada	A. plançonedada (Ph03)	5000	14,14	2200	6,22	2800	37	12	4,87	0,2	4,67	
13	Pinus halepensis	A	PH03	PH03 (Q. A)	Intermèdia	A. mixta	A. mixta (Ph03)	2800	37	1500	15,91	1300	45	16	3,83	0,32	3,51	
14	Pinus halepensis	A	PH03	PH03 (Q. A)	Final	T. disseminatòria	T. disseminatòria (Ph03)	1300	45	1000	28,35	300	20	9	1,15	0,6	0,55	
15	Pinus halepensis	A	PH03	PH03 (Q. A)	Final	T. final	T. final (Ph03)	300	20	300	20	5000	14,14	11	1,78	0,45	1,33	
16	Pinus halepensis	B	PH05	PH05 (Q. A)	Inicial	A. plançonedada	A. plançonedada (Ph05)	2000	8,48	1300	3,20	1800	30	13	2,3	0,11	2,19	

Imatge 10: Secció del full “modOrgest” de l'aplicació Excel-VBA del CPF.

5. Descripció de la nova aplicació web de càlcul de l'impacte ambiental de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics que es vol desenvolupar

La nova aplicació web ha de ser capaç de substituir completament la funcionalitat de l'aplicació actual utilitzada pel CPF. S'espera que incorpori totes les funcionalitats necessàries per realitzar els càlculs i obtenir els resultats corresponents. És important destacar que el disseny final de l'aplicació web no té l'obligació de replicar exactament el disseny de l'aplicació actual, ja que es busca millorar l'experiència d'ús i adaptar-la a les necessitats d'un públic més ampli.

5.1. Funcionalitats principals que han de ser implementades en la nova aplicació web.

La nova aplicació web de càlcul d'impacte ambiental ha d'incorporar les següents funcionalitats principals:

- **Mòdul d'inici:** L'aplicació ha de tenir un mòdul d'inici que permeti als usuaris accedir als diferents mòduls de càlcul i introduir dades generals, com la identificació de la zona i la superfície corresponent.
- **Mòdul de balanç de carboni:** Ha de proporcionar un mòdul de càlcul específic per al factor de carboni, que permeti introduir les dades rellevants i aplicar les equacions al·lomètriques específiques de cada espècie forestal. Dins d'aquest mòdul s'haurien d'integrar els mòduls de segrest de CO₂ per gestió forestal, d'emissions CO₂ treballs forestals i productes obtinguts i d'emissions CO₂ evitades per prevenció i substitució, existents en l'aplicació que actualment utilitza el CPF i descrits en l'apartat 4 del present plec.
- **Mòdul de recursos hídrics:** Es requerirà un mòdul de càlcul dedicat al factor d'aigua, que permeti introduir les dades pertinents i aplicar les equacions i models corresponents. El resultat mostrarà l'impacte de la gestió forestal en els recursos hídrics, com quantitat d'aigua disponible.
- **Mòdul de biodiversitat:** L'aplicació haurà d'incloure un mòdul de càlcul específic per avaluar l'impacte de la gestió forestal en la biodiversitat. Aquest mòdul permetrà introduir les dades necessàries i aplicar els índexs i models de biodiversitat corresponents per obtenir el resultat.
- **Interfície intuïtiva i fàcil d'utilitzar:** L'aplicació web ha de tenir una interfície amigable i intuïtiva, que permeti als usuaris interactuar de manera senzilla amb els mòduls de càlcul específics. Cada mòdul de càlcul ha de tenir una interfície clara i concisa que faciliti la introducció de dades, la selecció d'opcions i la visualització dels resultats. S'ha de facilitar la introducció de dades, selecció d'opcions i visualització de resultats.
- **Introducció de dades rellevants:** L'aplicació web ha de proporcionar camps d'entrada adequats perquè els usuaris introdueixin les dades necessàries per realitzar els càlculs.

Cal tenir en compte la validació de dades i la inclusió d'instruccions clares per a cada camp.

- Generació automàtica de resultats: Un cop s'introdueixin les dades pertinents, l'aplicació web ha de realitzar els càlculs corresponents. Els resultats han de generar-se de manera automàtica i presentar-se de forma clara i comprensible per a l'usuari.
- Gestió temporal de dades de l'usuari: Les dades introduïdes per l'usuari durant la sessió de càlcul no seran necessàriament emmagatzemades a la base de dades. En canvi, aquestes dades es mantindran temporalment mentre l'usuari tingui la sessió oberta per realitzar els càlculs corresponents. Un cop l'usuari tanqui la sessió, les dades introduïdes s'eliminaran.
- Emmagatzematge de dades: Les dades necessàries per realitzar els càlculs, com ara equacions al·lomètriques, models i taules de dades, s'emmagatzemaran en una base de dades. Aquesta base de dades permetrà un accés eficient a la informació requerida durant el procés de càlcul. S'utilitzarà un sistema de gestió de bases de dades adequat per assegurar la integritat i seguretat de les dades.
- Actualització de dades: El CPF serà responsable de mantenir actualitzades les dades emmagatzemades a la base de dades. Per aquest motiu és fonamental que el CPF tingui la capacitat d'actualitzar i afegir noves dades a aquesta base de dades a mesura que es realitzin millores o es disposi de nova informació. En aquest sentit, es considera com opció principal l'accés directe a les dades per part del CPF per poder realitzar modificacions i adicions directament a les taules de la base de dades. Alternativament, es pot considerar com opció la càrrega d'arxius CSV o Excel per realitzar actualitzacions massives de la base de dades.
- Descàrrega de resultats: L'aplicació web permetrà als usuaris descarregar els resultats dels càlculs realitzats en format PDF. Quan els usuaris sol·licitin la descàrrega dels resultats, l'aplicació generarà automàticament un fitxer PDF personalitzat basat en una plantilla proporcionada pel CPF. Aquest fitxer contindrà la informació rellevant dels càlculs realitzats, com els indicadors d'impacte ambiental i les dades específiques introduïdes per l'usuari.
- Accés a l'aplicació: S'implementarà un sistema de control d'accés per usuari i contrasenya gestionat pel CPF. Aquest sistema permetrà als usuaris autoritzats accedir a l'aplicació i realitzar els càlculs corresponents. El CPF serà responsable de concedir i gestionar els permisos d'accés als usuaris sol·licitants. No es requereix establir permisos especials ni rols, únicament accés a l'aplicació.

5.2. Arquitectura i disseny

La nova aplicació web de càlcul d'impacte ambiental seguirà l'arquitectura del model-vista-controlador (MVC) amb la preferència d'utilitzar una base de dades SQL Server per gestionar les

equacions, indicadors i dades tabulades necessàries per realitzar els càlculs. A continuació, es descriuen les capes de l'aplicació:

- **Model:** Aquesta capa estarà encarregada de gestionar les dades i la lògica de negoci. S'inclouran els mòduls de càlcul de carboni, recursos hídrics i índex de biodiversitat. Les equacions, indicadors i dades tabulades requerides per aquests càlculs s'emmagatzemaran preferentment en una base de dades SQL Server. S'utilitzaran consultes SQL per accedir a aquestes dades i realitzar els càlculs necessaris.
- **Vista:** Aquesta capa serà responsable de la presentació de la interfície d'usuari (UI) i la interacció amb els usuaris. S'utilitzaran tecnologies web com HTML, CSS i JavaScript per crear una interfície intuïtiva i atractiva. Es prestarà especial atenció a la usabilitat i a l'experiència de l'usuari.
- **Controlador:** Aquesta capa actuarà com a intermediari entre la capa de vista i la capa de model. S'encarregarà de gestionar les sol·licituds del client, processar-les i coordinar les accions necessàries per respondre a aquestes sol·licituds. També serà responsable de la comunicació amb la base de dades SQL Server per obtenir les dades requerides per realitzar els càlculs.

A més, s'implementaran les següents consideracions de disseny:

- **Usabilitat:** L'aplicació web ha de ser intuïtiva i fàcil d'utilitzar, amb una interfície clara i organitzada que permeti als usuaris interactuar de manera eficient amb l'eina de càlcul. S'han de proporcionar instruccions clares i elements visuals que facilitin la comprensió i la interacció.
- **Disseny responsiu:** L'aplicació s'adaptarà a diferents mides de pantalla i dispositius, assegurant una experiència d'usuari consistent i còmoda tant en ordinadors d'escriptori com en dispositius mòbils.
- **Rendiment:** L'aplicació ha de ser àgil i eficient en la realització dels càlculs i la generació de resultats. Els temps de resposta han de ser ràpids, assegurant una experiència fluida per als usuaris.
- **Compatibilitat:** L'aplicació ha de ser compatible amb els navegadors web més comuns, com Edge, Chrome, Firefox i Safari, per garantir que els usuaris puguin accedir i utilitzar l'eina sense problemes, independentment del navegador que utilitzin.
- **Seguretat:** Tot i que l'aplicació no emmagatzemi dades personals ni confidencials, s'implementaran mesures bàsiques de seguretat per protegir la integritat de l'aplicació i prevenir atacs malintencionats.
- **Escalabilitat:** L'arquitectura estarà dissenyada per ser escalable, permetent gestionar un augment en el nombre d'usuaris i la càrrega de treball sense afectar negativament el rendiment.

- **Mantenibilitat:** L'aplicació ha de ser fàcil de mantenir i actualitzar en el futur. S'han d'utilitzar bones pràctiques de desenvolupament de programari, com una arquitectura modular i un codi ben estructurat, que permetin incorporar millores i correccions de manera eficient.

5.3. Proves i validació

El procés de proves i validació és de vital importància per garantir el correcte funcionament de la nova aplicació web de càlcul d'impacte ambiental. A continuació, es descriuen les etapes i enfocaments que es seguiran per dur a terme aquestes activitats:

- **Proves unitàries:** Es realitzaran proves exhaustives a nivell de cada component i funcionalitat de l'aplicació. Es verificarà que cada mòdul i submòdul de càlcul realitzi els càlculs de manera precisa i generi els resultats esperats. A més, es validaran els algorismes i equacions utilitzades, assegurant la seva correcta implementació.
- **Proves d'integració:** Un cop les funcionalitats individuals de l'aplicació hagin estat provades, es procedirà a realitzar proves d'integració per avaluar com interactuen entre si. Es verificarà que els diferents mòduls i submòduls de càlcul s'integrin correctament, compartint i processant la informació de manera adequada.
- **Proves d'usabilitat:** Es realitzaran proves d'usabilitat per avaluar l'experiència de l'usuari en interactuar amb l'aplicació. Es buscarà que la interfície sigui intuïtiva, amigable i fàcil d'utilitzar, sense requerir coneixements tècnics especialitzats. Es recopilaran comentaris i suggeriments dels usuaris per realitzar millores que optimitzin la seva experiència d'ús.
- **Validació de resultats:** Es compararan els resultats obtinguts mitjançant la nova aplicació web amb els resultats obtinguts mitjançant l'aplicació existent a Excel i VBA. Es verificarà que els càlculs i les dades generades siguin consistents i concordin entre les dues aplicacions. A més, es realitzarà una revisió exhaustiva dels resultats per assegurar la seva coherència i precisió.

És important destacar que totes les proves i validacions es realitzaran en col·laboració amb el CPF.

5.4 Requisits d'implementació

El desplegament de l'aplicació web es realitzarà en un servidor designat pel CPF (Centre de Protecció Forestal). Es treballarà de prop amb el proveïdor de l'aplicació per assegurar un desplegament exitós en aquest entorn específic. El proveïdor proporcionarà el suport necessari per garantir que l'aplicació es configuri correctament i funcioni de manera òptima en el servidor indicat pel CPF.

5.5. Requisits de lliurament

Els proveïdors interessats hauran de tenir en compte els següents requisits de lliurament:

- a. Documentació: Es requerirà que els proveïdors lliurin una documentació completa i detallada de l'aplicació web desenvolupada. Això inclou manuals d'usuari, manuals tècnics, diagrames d'arquitectura, descripció de les funcionalitats implementades, entre d'altres.
- b. Capacitació: Els proveïdors hauran d'oferir capacitació als usuaris designats pel CPF per familiaritzar-se amb l'ús i funcionament de la nova aplicació web. Aquesta capacitació podrà ser presencial o virtual, segons acordat entre les parts.
- c. Suport tècnic: S'espera que els proveïdors ofereixin un període de suport tècnic posterior al lliurament de l'aplicació, durant el qual s'encarregaran de resoldre qualsevol incidència o problema tècnic que pugui sorgir.
- d. Propietat intel·lectual: Tots els drets de propietat intel·lectual de la nova aplicació web desenvolupada seran propietat exclusiva del CPF. Els proveïdors no podran utilitzar, divulgar ni reproduir l'aplicació ni el seu codi font sense el consentiment exprés del CPF.
- e. Escalabilitat i manteniment: L'aplicació web ha de ser dissenyada de manera escalable, tenint en compte la possibilitat de futures actualitzacions i millores.

6. Pressupost i criteris d'avaluació

El Centre de la Propietat Forestal (CPF) sol·licita als proveïdors de desenvolupament de programari que presentin les seves propostes econòmiques detallades per al desenvolupament de la nova aplicació web de càlcul d'impacte ambiental. El pressupost haurà d'incloure els costos associats al disseny, desenvolupament, proves, implementació i posada en marxa de l'aplicació, així com qualsevol altre despesa relacionada. També haurà d'incloure un cronograma amb el temps estimat realització de cada del projecte.

El CPF durà a terme un procés de selecció per escollir el proveïdor de desenvolupament de programari que s'encarregarà de la implementació de la nova aplicació web de càlcul d'impacte ambiental. A continuació es descriuen els passos del procés de selecció i els criteris d'avaluació que seran considerats:

Recepció de propostes: Els proveïdors interessats hauran d'enviar les seves propostes detallades, que incloguin el pressupost i el calendari de treball.

Avaluació de les propostes: El CPF avaluarà les propostes rebudes en base als següents criteris:

- a. Qualitat tècnica: S'analitzarà la qualitat tècnica de les propostes, tenint en compte la viabilitat i eficiència de la solució proposada, així com la utilització de tecnologies i eines adequades per al desenvolupament de l'aplicació web.
- b. Compliment de requisits: Es verificarà el grau de compliment dels requisits establerts en el present plec d'especificacions tècniques, assegurant que la proposta cobreixi les funcionalitats i característiques sol·licitades.

c. Pressupost, costos i lliurament: S'avaluarà el pressupost presentat per cada proveïdor, considerant la relació entre el cost i el valor ofert, així com l'adequació als recursos disponibles del CPF.

Selecció del proveïdor: Un cop avaluades totes les propostes, el CPF seleccionarà el proveïdor que millor compleixi amb els criteris establerts al PPT. Es comunicarà la decisió al proveïdor seleccionat i es procedirà a la formalització del contracte.

** El CPF es reserva el dret de sol·licitar aclariments o realitzar entrevistes amb els proveïdors per obtenir informació addicional o aclarir aspectes tècnics de les propostes presentades.*

7. Contacte i terminis

Per a qualsevol consulta, sol·licitud d'informació addicional, reunions informatives o accés a l'aplicació de referència relacionada amb el present plec d'especificacions tècniques, els proveïdors interessats poden contactar amb el Centre de la Propietat Forestal (CPF) a través dels següents mitjans:

Nom de contacte: Xavier Rabascall Morera

Càrrec: Responsable d'Aplicatius Forestals

Correu electrònic: xrabascall@gencat.cat

Telèfon: 93 574 70 39