

## 11. ANEXOS

### ANEXO 1. PRECIPITACIONES INVERNALES (DICIEMBRE A MARZO).

Tabla 1. Datos de precipitaciones invernales medias en mm del año 2003 al 2020 para el Municipio de Berriatúa. Datos extraídos de Euskalmet (Euskalmet, s.f.).

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
2.003	178.6	202.8	122.5	33.8	537.7
2.004	173.5	174.1	121.5	48.2	517.3
2.005	185.3	95.1	113.4	77.0	470.8
2.006	110.0	81.3	95.8	154.3	441.4
2.007	47.1	153.4	127.7	181.5	509.7
2.008	132.9	59.3	38.9	208.2	439.3
2.009	63.4	181.3	66.4	91.1	402.2
2.010	73.3	161.2	46.7	42.5	323.7
2.011	144.4	159.4	123.5	117.4	544.7
2.012	137.3	131.1	82.5	57.3	408.2
2.013	55.4	373.4	300.8	128	857.6
2.014	230.8	186.9	125.6	189.7	733
2.015	14.5	198.3	319.5	204.5	736.8
2.016	20.7	129.6	331.5	143.1	624.9
2.017	255.5	207.4	75.0	112.5	650.4
2.018	31.1	211.2	262.0	116.3	620.6
2.019	144.1	144.1	34.0	63.7	385.9
2.020	359.9	35.1	55.0	173.1	623.1
				Media	545.96

### ANEXO 2. PRECIPITACIONES ESTIVALES (JUNIO A SEPTIEMBRE).

Tabla 2. Datos de precipitaciones estivales medias en mm del año 2003 al 2020 para el Municipio de Berriatúa. Datos extraídos de Euskalmet (Euskalmet, s.f.).

Año	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
2003	53.60	22.20	32.30	91.80	199.90
2004	39.60	19.30	39.80	79.60	178.30
2005	20.50	17.20	59.70	73.30	170.70
2006	63.20	50.90	44.40	37.60	196.10
2007	33.60	11.30	148.20	69.00	262.10
2008	154.90	12.60	31.50	42.80	241.80
2009	40.30	26.70	32.00	101.60	200.60
2010	158.40	8.50	17.50	43.00	227.40
2011	50.20	92.00	23.30	20.70	186.20
2012	42.70	29.80	25.20	77.60	175.30
2013	122.40	23.10	30.80	61.20	237.50
2014	34.30	76.40	48.80	109.30	268.80
2015	19.20	52.00	41.20	40.50	152.90
2016	35.50	39.30	12.70	65.70	153.20
2017	59.80	44.60	95.60	113.40	313.40
2018	55.60	63.50	104.80	36.80	260.70
2019	49.00	46.50	52.50	59.60	207.60
2020	74.80	29.50	58.70	112.30	275.30
				Media	217.10

### ANEXO 3: TEMPERATURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS MEDIAS Y ABSOLUTAS.

Tabla 3. Datos de temperaturas mínimas y máximas medias y absolutas del año 2005 al 2020 para el Municipio de Berriatúa. Datos extraídos de Euskalmet (Euskalmet, s.f.).

Año	Tª media	TºMax. Med	TºMin. Med	Tª Max. Abs.	TªMin. Abs
2005	13,00	17,80	8,80	36,30	-5,20
2006	14,10	18,80	9,70	37,10	-3,60
2007	13,00	17,60	9,00	34,90	-3,20
2008	13,20	17,60	9,00	34,70	-2,10
2009	13,30	17,90	9,20	37,70	-2,10
2010	13,10	17,70	8,90	37,40	-2,90
2011	14,40	19,40	10,10	39,80	-1,80
2012	19,80	19,80	10,50	39,70	-2,80
2013	14,30	18,70	10,20	34,60	-0,20
2014	15,10	19,80	10,70	36,50	-1,70
2015	14,90	19,60	10,70	38,60	-1,10
2016	14,60	19,60	10,20	39,70	-0,20
2017	14,00	19,00	9,80	38,60	-2,70
2018	14,60	18,90	10,60	34,70	-3,30
2019	14,60	19,70	10,20	41,90	-1,10
2020	14,80	19,80	10,30	40,20	0,90
Media	14,43	18,86	9,87	37,65	-2,07

### ANEXO 4. DÍAS DE LLUVIA Y NEVADAS.

Tabla 4. Datos de días de lluvia y nevadas medias por mes para el Municipio de Berriatúa. Datos extraídos de Weather Spark (Weather Spark , s.f.)

Mes	Días de lluvia	Días de nevadas
Enero	19,3	0,4
Febrero	16,4	1,1
Marzo	18,9	0,4
Abril	19,3	0
Mayo	20,7	0
Junio	18,3	0
Julio	18,7	0
Agosto	17,2	0
Septiembre	15,5	0
Octubre	14,8	0
Noviembre	19,2	0
Diciembre	15,9	0

### ANEXO 5. LUZ DIARIA, INSOLACIÓN E ÍNDICE UV.

Tabla 1. Datos de luz diaria, insolación e índice de UV media por mes. Datos extraídos de Weather Spark (Weather Spark , s.f.)

Mes	Luz diaria media (h)	Promedio insolación (h)	Índice UV
Enero	9,4	5,1	3
Febrero	10,5	6,2	3
Marzo	12	7,1	3
Abril	13,4	7,1	3

Mayo	14,7	8,5	5
Junio	15,4	9,1	5
Julio	15	9,3	5
Agosto	13,9	8,5	5
Septiembre	12,5	8,3	5
Octubre	11	7,9	4
Noviembre	9,7	4,8	3
Diciembre	9	5,3	3

## ANEXO 6. ESPECIES FORESTALES POR HECTÁREA (ESTADO Y DENSIDAD)

Tabla 2. Datos del estado de las especies forestales (pies/ha de talas, repoblación, latizal y fustal) y densidades (pies/ha con densidad baja, media o alta) de coníferas y frondosas en el Municipio de Berriatúa. (Gobierno Vasco. Euskadi, 2020).

Especie	Talas	Rep/MB	Latizal	Fustal	Total	D.Baja	D.Media	D.Alta
<i>Pinus pinaster</i>	1	0	0	34	35	0	0	34
<i>Pinus radiata</i>	203	50	60	546	859	15	33	579
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0	8	0	2	10	1	0	2
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	0	0	0	1	1	0	0	1
<i>Criptomeria</i>	0	6	0	0	6	0	0	0
<b>Total coníferas</b>	<b>204</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	<b>583</b>	<b>911</b>	<b>16</b>	<b>33</b>	<b>616</b>
<i>Quercus robur</i>	0	4	1	5	10	0	0	6
<i>Quercus ilex</i>	0	0	17	0	17	0	0	17
Bosque de ribera	0	0	32	0	32	0	0	32
Plantaciones de frondosas	0	21	0	1	22	0	0	1
<i>Eucalyptus globulus</i>	6	48	19	67	140	15	52	3
<i>Eucalyptus nitens</i>	3	103	1	0	107	25	3	63
Otros <i>Eucalyptus</i>	0	13	0	0	13	0	0	0
<i>Robinia pseudacacia</i>	0	0	0	7	7	0	0	0
<i>Quercus rubra</i>	0	3	0	0	3	1	0	7
<i>Platanus spp.</i>	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Fagus sylvatica</i>	0	3	0	0	3	0	0	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fraxinus spp.</i>	0	1	0	1	2	0	0	0
Bosque mixto atlántico	0	5	80	18	103	11	5	85
Otras frondosas	0	9	0	0	9	0	0	0
<b>Total frondosas</b>	<b>9</b>	<b>210</b>	<b>151</b>	<b>99</b>	<b>469</b>	<b>52</b>	<b>60</b>	<b>215</b>
<b>Total especies</b>	<b>213</b>	<b>274</b>	<b>211</b>	<b>682</b>	<b>1380</b>	<b>68</b>	<b>93</b>	<b>831</b>

## ANEXO 7. OPCIÓN 1: TURNO DE 35 AÑOS Y NI DE 1100 PIES/HA.

La opción 1 (Tabla 7) es un itinerario para un turno convencional para *Pinus radiata* de 35 años, con un marco de plantación de 3x3 m, repoblado en invierno con una Ni de 1100 pies/ha y con objetivo final de madera gruesa, con alta calidad para muebles y

ebanistería y aprovechamientos intermedios de madera mediana para sierra menuda y de madera pequeña para trituración.

Tabla 7. Opción 1 de itinerario con las actuaciones según la edad de la masa, la Ni y la Nf y el coste en €/unidad

AÑO	ACTUACIÓN	Ni	Nf	COSTE €/Ud
0	Repoblación manual o mecanizada de coníferas de ciclo corto (tratamiento de preparación preexistente, preparación del terreno, planta, ahoyado y plantación)	0	1100	2100-2500 €/ha
	Cierre protector de forestación con malla cinegética + 1 hilo			5,20 €/m
	Cierre con >4 filas de alambre de espino o cierre alto con malla cinegética			4,40- 7,50 €/m
	Desbroce			480 €/ha
1	Reposición de marras			205 €/ha
	Desbroce por filas o de plantación total			480 €/ha
	Abonado			160 €/ha
2	Desbroce de plantación total			480 €/ha
3	Desbroce de plantación total			480 €/ha
4	Abonado			160 €/ha
	Desbroce complementario			480 €/ha
	Clareo sin extracción			280 €/ha
8	Abonado			1100
	Desbroce complementario	480 €/ha		
	Clara con extracción	530 €/ha		
	Primera poda	505 €/ha		
12	Desbroce complementario	1111	811	480 €/ha
	Segunda poda	635 €/ha		
	Abonado	160 €/ha		
18	Clara con venta de la madera	811	511	
23	Clara con venta de la madera	511	250	
35	Corta final	250	0	

## ANEXO 8. OPCIÓN 2: TURNO DE 28 AÑOS Y Ni DE 1650 PIES/HA

La opción 2 (Tabla 8) es un itinerario para *Pinus radiata* con un turno de 28 años, con un marco de plantación de 3x2 m, repoblado en invierno con una Ni de 1660 pies/ha para madera final no muy gruesa con destino de pallets y embalajes, con un aprovechamiento intermedio de madera mediana para sierra menuda y madera pequeña para trituración. Este itinerario está previsto en el Plan 05-0108 del Central Forestal S.A.

Tabla 8. Opción 2 de itinerario con las actuaciones según la edad de la masa, la Ni y la Nf y el coste en €/unidad

AÑO	ACTUACIÓN	Ni	Nf	COSTE €/Ud
0	Repoblación manual o mecanizada de coníferas de ciclo corto (tratamiento de preparación preexistente, preparación del terreno, planta, ahoyado y plantación)			2100-2500 €/ha
	Cierre protector de forestación con malla cinegética + 1 hilo			5,20 €/m
	Cierre con >4 filas de alambre de espino o cierre alto con malla cinegética			4,40- 7,50 €/m
	Desbroce			480 €/ha

1	Reposición de marras	0	1650	205 €/ha
	Desbroce por filas o de plantación total			480 €/ha
	Abonado			160 €/ha
2	Desbroce de plantación total			480 €/ha
3	Desbroce de plantación total			480 €/ha
5	Abonado			160 €/ha
	Desbroce complementario			480 €/ha
	Primera poda			505 €/ha
12	Desbroce complementario			480 €/ha
	Clara con o sin extracción	1650	790	530 €/ha
	Segunda poda			635 €/ha
20	Clara con venta de la madera	790	440	
28	Corta final	440	0	

### ANEXO 9: OPCIÓN DE 3: TURNO DE 25 AÑOS Y Ni DE 2500 PIES/HA

Tabla 9. Opción 3 de itinerario con las actuaciones según la edad de la masa, la Ni y la Nf y el coste en €/unidad

AÑO	ACTUACIÓN	Ni	Nf	COSTE €/Ud
0	Repoblación manual o mecanizada de coníferas de ciclo corto (tratamiento de preparación preexistente, preparación del terreno, planta, ahoyado y plantación)	0	2500	3162,65- 3765,06 €/ha
	Cierre protector de forestación con malla cinegética + 1 hilo			5,20 €/m
	Cierre con >4 filas de alambre de espino o cierre alto con malla cinegética			4,40- 7,50 €/m
	Desbroce			480 €/ha
1	Reposición de marras			205 €/ha
	Desbroce por filas o de plantación total			480 €/ha
	Abonado			160 €/ha
2	Desbroce de plantación total			480 €/ha
6	Desbroce complementario			480 €/ha
	Clara con o sin extracción	2500	1660	530 €/ha
	Primera poda			505 €/ha
Desbroce complementario	480 €/ha			
10	Clara con venta de la madera	1660	1111	
14	Clara con venta de la madera	1111	600	
18	Clara con venta de la madera	600	400	
25	Corta final	400	0	

## ANEXO 10. INSTRUMENTOS Y VARIABLES MEDIDAS DE LA PARCELA DE EXPERIMENTACIÓN.

Tabla 10. Instrumentos instalados en la parcela de experimentación referenciando las variables que miden y sus unidades

Instrumento de medición	Variables medidas
Estación meteorológica (Atmos 41)	Radiación solar (W/m <sup>2</sup> )
	Precipitación (mm/h)
	Presión de vapor de agua (kPa)
	HR (%)
	Temperatura del aire (°C)
	Presión barométrica (kPa)
	Velocidad del viento (m/s)
	Dirección del viento (°)
	Ráfagas de viento (m/s)
	Golpes de viento (número golpes)
Sensor Teros 11	Contenido volumétrico de agua en el suelo (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
	Temperatura del suelo (°C),
Sensor Teros 21	Ψsuelo
Sap-flow (Implexx)	Flujo de savia

## ANEXO 11. GRUPOS DE INPUTS DEL MODELO BIOME

### 1. METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos que pide el modelo muestran en la Tabla 11. Se requiere una serie mínima de 365 días, pero para mayor robustez en los resultados, conviene introducir series más largas. Para ello se elaboraron tres series sintéticas en el programa ClimGen para posteriormente hacer la media de esas tres y obtener datos climáticos que no estén sesgados por las variaciones meteorológicas dadas en un año concreto.

Tabla 11. Variables meteorológicas BIOME

Variables diarias	Unidades
T máx	°C
T mín	°C
T día	°C
DPV	Pa
Rad. Solar	W/m <sup>2</sup>
Duración día	s

### 2. SUELO

Dentro del complejo suelo, las variables se dividen en los siguientes grupos:

- Parámetros de nitrógeno y descomposición.
- Flujos de respiración entre compartimientos.
- Parámetros de CH<sub>4</sub>.
- Parámetros genéricos del suelo.
- Composición del suelo y valores característicos: % arena, arcilla, limo, pH, contenido de agua en el suelo a distintas profundidades.

### 3. ECOFISIOLÓGICAS

Las variables ecofisiológicas requeridas son las siguientes:

- Determinar si es boscoso/no boscoso y perenne/caducifolio.
- Parámetros de funcionamiento de las plantas.
- Temperaturas óptimas de crecimiento, temperatura para la asimilación de carbono, fracción anual de renovación de hojas y raíces finas.
- Parámetros de estrés y senescencia de las plantas.
- Parámetros de crecimiento según la estación.

### 4. GESTIÓN FORESTAL

En este grupo se pide determinar el itinerario forestal establecido desde la plantación hasta la corta final

## ANEXO 12. COMPARACIÓN DE CANTIDAD DE AGUA Y CARBONO A DISTINTAS DENSIDADES CON EL ITINERARIO HABITUAL.

Se han realizado dos gráficas (Figura 1) que muestran la cantidad de agua (infiltrada y escorrentía en porcentaje de precipitación) y carbono fijado y extraído en  $\text{kgC}/\text{m}^2$  (Figura 2 y 3), para el itinerario habitual a distintas diversidades con el fin de establecer la influencia de la densidad en estas variables.

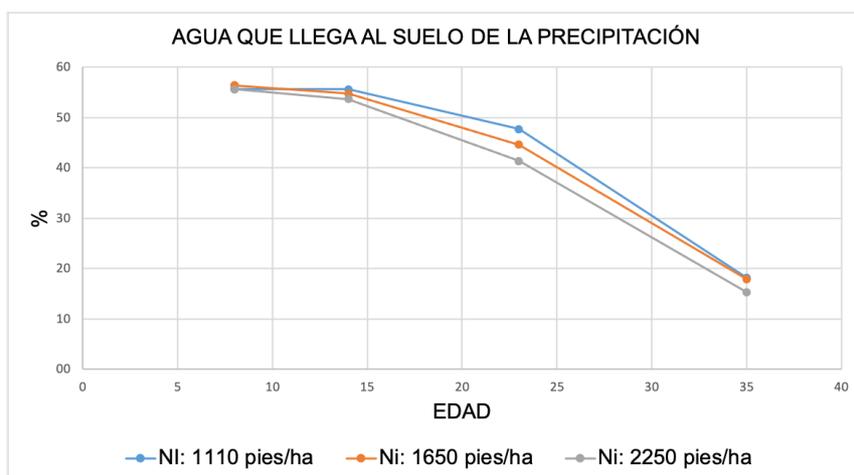


Figura 1. Porcentaje de agua de la precipitación que llega al suelo (% de infiltración + % de escorrentía) a diferentes Ni.  
Fuente: Elaboración propia

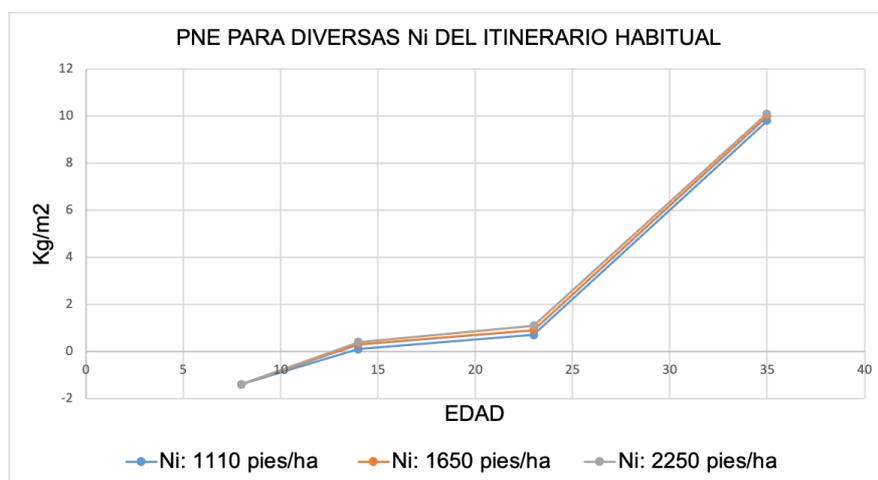


Figura 2. PNE para diversas Ni del itinerario habitual.  
Fuente: Elaboración propia

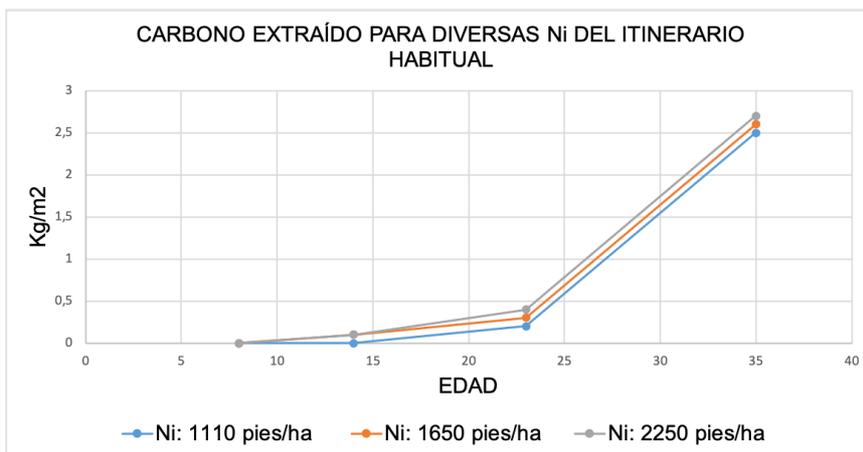


Figura 3. Carbono extraído para diversas Ni del itinerario habitual.  
Fuente: Elaboración propia

### ANEXO 13. GRÁFICAS COMPARATIVAS DEL ITINERARIO HABITUAL Y LAS ALTERNATIVAS A UNA Ni DE 1100 PIES/HA

Se han realizado tres gráficas que comparan el agua que llega al suelo (Figura 4), el carbono fijado (Figura 5) y el carbono extraído (Figura 6), con el fin de poder establecer las implicaciones de la gestión forestal en sus valores.

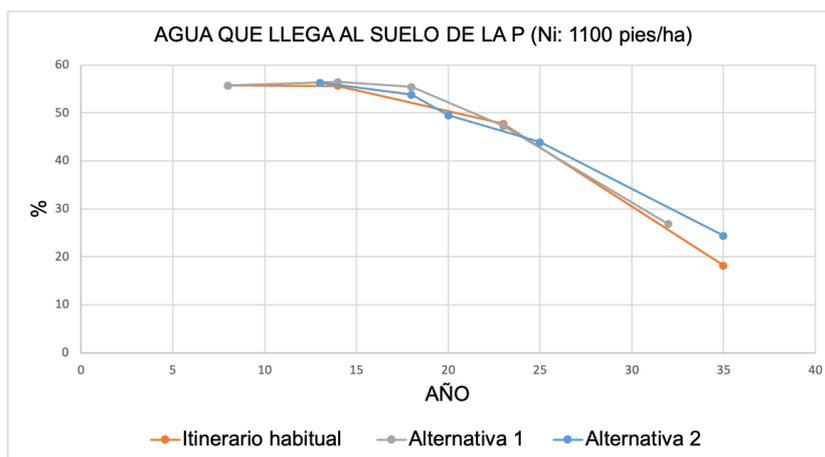


Figura 4. Agua que llega al suelo de la precipitación para una Ni de 1100 pies/ha en el itinerario habitual y en las Alternativas propuestas.  
Fuente: Elaboración propia

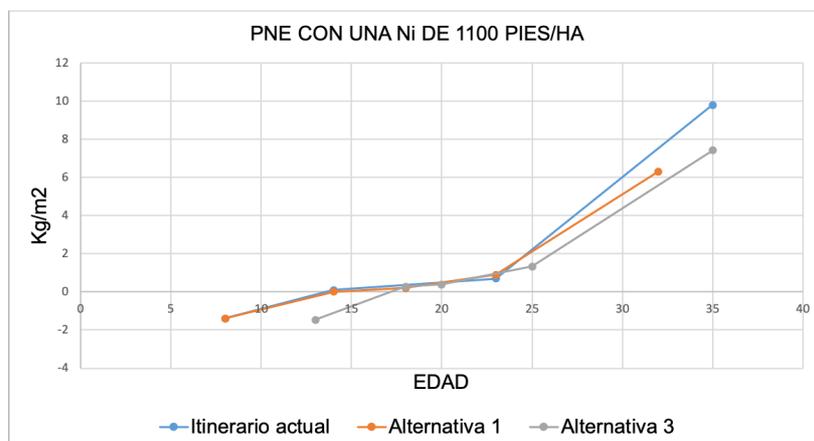


Figura 5. PNE para una Ni de 1100 pies/ha en el itinerario habitual y en las Alternativa propuestas  
Fuente: Elaboración propia

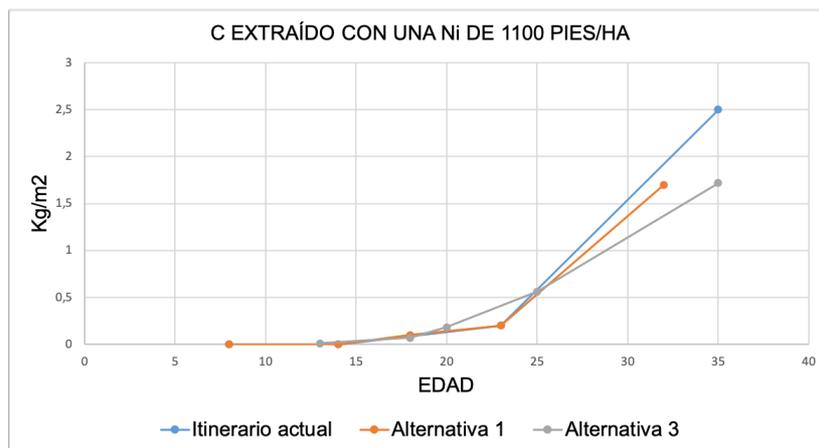


Figura 6. PNE para una Ni de 1100 pies/ha en el itinerario habitual y en las Alternativa propuestas  
Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 14. PRESUPUESTO

Los ingresos se dividen en: agua, fijación de carbono y venta de biomasa.

### 1. AGUA

La precipitación media anual es de 1200 mm (mencionada en el apartado 4.3.4.1), es decir, 12000 m<sup>3</sup>/ha, que al multiplicarlo por el turno determina la cantidad de agua precipitada durante todo el itinerario (384000 m<sup>3</sup>/ha en 32 años y 420000 m<sup>3</sup>/ha en 35 años).

Teniendo en cuenta que la escorrentía llegará a los acuíferos, la cantidad de agua aportada en Berriatúa corresponde a la suma de la infiltración y la escorrentía hasta su corta final. Por lo tanto, el itinerario habitual aporta 44,2% de 42000 m<sup>3</sup>/ha, Alternativa 1 un 48,3% de 384000 m<sup>3</sup>/ha y la Alternativa 2 un 45,6% de 42000 m<sup>3</sup>/ha.

La compensación establecida por la provisión de agua se fija en 0,17€/m<sup>3</sup> (Pulido-Velazquez, 2013), por lo que al multiplicar este valor con los m<sup>3</sup>/ha aportados por Berriatua, se estimará la ganancia en €/ha al final del itinerario.

### 2. SECUESTRO DE CARBONO

Dentro del mercado de carbono, los créditos de carbono forestales son remuneraciones que ciertas empresas dan en los proyectos de secuestro de carbono por cuestiones de Responsabilidad Social Corporativa (RSC), ya sea para obtener una certificación de emisiones netas, por reputación o por generar beneficios ambientales y sociales.

El precio medio de la venta de créditos de carbono forestales tiene una media de 3€/tCO<sub>2</sub> secuestrado (Chenost *et al*, s.f. )

Como los valores están dados en C y el precio está establecido para CO<sub>2</sub>, se debe tener en cuenta la proporción molecular (44g CO<sub>2</sub>/12g C) (Ministerio para la Transacción Ecológica y Reto Demográfico )

### 3. VENTA DE BIOMASA

Los datos obtenidos en la simulación están expresados en la cantidad kgC/m<sup>2</sup> que se extraen. Sin embargo, en términos de mercado lo que se vende es biomasa. Cada 0,5 kgC extraído corresponde a 1 kg de materia seca.

En el caso del *Pinus radiata*, el instituto Vasco de Estadística estimó un valor de 30€/m<sup>3</sup> de madera destinado a aserrío y apeas (Instituto Vasco de Estadística, 2018). Aunque en la realidad no toda la biomasa corresponde a madera y no todos los pies alcanzan los estándares óptimos para aserrío y apeas, en este trabajo se a sobreestimado este

valor como si el 100% de kg de biomasa extraída correspondiera a madera y se vendiera a 30€.

Para la conversión de unidades se considera que la densidad de la madera de pino radiata con una humedad del 20% (tras secado natural) es de 480 kg/m<sup>3</sup> (Timberpolis , s.f.)

## ANEXO 15: GASTOS (VALORACIÓN FORESTAL) APORTADOS POR LOS PROPIETARIOS

### VALORACION FORESTAL: Monte regular

"Monte xxxxxxxx"

RODAL	Rodal xxxx		T.M.	xxxxxxx
Vocación	Forestal		Superficie (m <sup>2</sup> )	10.000,00
Especie más rentable	Pinus radiata		Tipo de capitalización	-
Turno "n"	35		Valor total monte (€)	#jDIV/0!

Según lo establecido en el RDL 7/2015

VALOR POTENCIAL DEL SUELO							
Año	Concepto	Gastos (€/ha)	% subv.	Gasto con subvención (€/ha)	Ingresos (€/ha)	Gastos descontados al inicio del ciclo (año 0 del proyecto)	Ingresos descontados al inicio del ciclo (año 0 del proyecto)
0	Replacación	2.500,00	80,00	500,00		500,00	
1	Reposición de mamas y Desbroce hileras	650,00	50,00	325,00		325,00	
2	2º Desbroce	600,00	50,00	300,00		300,00	
4	3er Desbroce	600,00	50,00	300,00		300,00	
7	Desbroce, 1ª poda y clareo	1.350,00	50,00	675,00		675,00	-
13	1ª Clara				- €	-	-
18	2ª Clara				150,00 €	-	150,00
24	3ª Clara				1.250,00 €	-	1.250,00
35	Corta Final				16.500,00 €	-	16.500,00
anual	Gastos anuales	18,00	-	18,00		#jDIV/0!	
<b>TOTAL</b>						<b>#jDIV/0!</b>	<b>17.900,00</b>
VAN del proyecto al inicio del ciclo (año 0 del proyecto) (€/ha)		#jDIV/0!					
Valor Potencial del Suelo - Infinitos turnos-ciclos (€/ha)		#jDIV/0!					

VALOR TOTAL DEL RODAL					
Rodal	Superficie (m <sup>2</sup> )	Valor Unitario del Suelo (€/m <sup>2</sup> )	Factor Corrección Localización (FL)	Valor Unitario del Suelo - Corregido según FL (€/m <sup>2</sup> )	Valor TOTAL (€)
Rodal xxxx	10.000,00	#jDIV/0!	1,00	#jDIV/0!	#jDIV/0!

Figura 7. Valoración de gastos.

Fuente: Información aportada por los propietarios de las plantaciones forestales del País Vasco