



9 DE DICIEMBRE DE 2025

INFORME DE EMISIONES Y REMOCIONES DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE
LA VARIEDAD DE MANDARINA NADORCOTT EN LA
PENINSULA IBÉRICA
EVALUACIÓN DE EMISIONES Y REMOCIONES DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO CONFORME AL GHG PROTOCOL

Contenido

1. Objetivos y motivación del estudio	5
2. Objeto del informe	7
3. Información general del proyecto	7
3.1. Entidad responsable del informe.....	7
3.2. Localización del ámbito productivo.....	7
3.3. Superficie total y área evaluada	7
3.4. Periodo de referencia.....	8
3.5. Objetivo del estudio.....	8
4. Límites del inventario	9
4.1 Límite organizacional.....	9
4.2 Límite operacional	9
4.3 Protocolo y metodología de cuantificación aplicada	10
4.4 Variables agronómicas y clasificación de plantaciones	11
4.5 Aplicación en el estudio Nadorcott.....	11
4.6 Actualización temporal del inventario.....	12
4.7. Procedimiento de recálculo del año base y consistencia metodológica	12
5. Identificación de fuentes y sumideros.....	14
5.1 Introducción.....	14
5.2 Sumideros de carbono	15
5.3 Fuentes de emisión.....	16
5.4 Metodología de Cuantificación de remociones y emisiones directa (excepto fertilización).....	17
5.5 Metodología de Cuantificación de Fuentes de emisión por fertilización	18
5.6 Metodología de Cuantificación de Fuentes de emisión indirecta por energía eléctrica	20
5.7. Cálculo de otros indicadores.....	23
6. Recopilación y gestión de la información	24
6.1 Inspecciones de campo	24
6.2 Encuesta de agricultura de carbono 2025	24
6.3 Digitalización y trazabilidad de la información.....	25
6.4 Control de calidad y validación.....	26
6.4.1 Procedimiento de actualización y recálculo histórico. Sistema de gestión de datos y control de calidad del inventario	26
6.5 Integración con la verificación AENOR CONFIA SLU	27
6.6 Cuadros de mando Power BI para representación de la evaluación de carbono	27

7. Resultados del cálculo de emisiones y remociones de carbono	28
7.1 Enfoque general del cálculo	28
7.2 Resultados globales del emisiones y remociones sistema Nadorcott	28
7.3 Remociones CO2 (2013–2025)	30
7.4 Emisiones CO2 (2013–2025)	31
7.5 Cálculo de otros indicadores.....	31
7.6 Interpretación de resultados	32
7.7. Incertidumbre y materialidad.....	33
8. Validación y verificación	33
8.1 Objetivo de la verificación	33
8.2 Alcance de la verificación	34
8.3 Proceso de verificación	34
8.4 Evaluación de la conformidad	34
9. Plan de mejora y seguimiento	36
9.1 Objetivo del plan.....	36
9.2 Diagnóstico inicial	36
9.3 Líneas estratégicas de mejora	41
9.4 Indicadores de seguimiento	42
9.5 Calendario de implementación y revisión	43
9.6 Plan de mejora.....	43
9.7. Integración en futuros inventarios.....	44
9.8 Conclusión del plan.....	44
10. Referencias.....	45
ANEXO 1.....	45

La creciente **sensibilidad social y ambiental frente al cambio climático**, especialmente entre los consumidores europeos, ha impulsado a las principales cadenas de distribución a **exigir transparencia sobre la huella de carbono** de los productos agroalimentarios. Cada vez más, los productores deben aportar información precisa sobre las **emisiones de CO₂ asociadas a la producción, transporte y comercialización** de los alimentos que llegan al consumidor. Este indicador, conocido como **huella de carbono**, ha pasado de ser una iniciativa voluntaria a convertirse en una **referencia estratégica y competitiva** en las cadenas de suministro alimentarias.

El **cambio climático** representa uno de los mayores retos ambientales, sociales y económicos a medio y largo plazo para los países que buscan alcanzar un modelo de **desarrollo sostenible**.

Sus causas están estrechamente ligadas a los **patrones de producción y consumo** basados en el uso intensivo de combustibles fósiles y en la presión sobre los recursos naturales. El conocimiento científico acumulado sobre sus consecuencias —pérdida de biodiversidad, aumento de temperaturas, irregularidad de precipitaciones o degradación de suelos— ha trascendido el ámbito académico y se ha integrado en la **opinión pública y las políticas globales** de mitigación y adaptación.

A través de sus sistemas productivos, la agricultura contribuye activamente a la **mitigación del cambio climático** mediante la **fijación de carbono**, la **regulación del clima local** y la **conservación del suelo y la biodiversidad**.

El sector agrícola puede lograr importantes **beneficios ambientales** minimizando los efectos del calentamiento global, ya que las plantas muestran su capacidad de generar producción primaria al secuestrar el CO₂ atmosférico. El carbono ingresa al sistema por la fotosíntesis y sale del mismo por la respiración de la vegetación y microorganismos.

La materia orgánica procedente de los residuos vegetales sufre diferentes procesos de humificación, contribuyendo al incremento, y por tanto al secuestro, de carbono en el suelo. De este modo, la materia orgánica del suelo no sólo contribuye notoriamente al incremento de la fertilidad del suelo, sino que también tiene un papel importante en el secuestro de carbono (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 1990).

El **cultivo de mandarina Nadorcott** constituye un **ejemplo representativo de agricultura mediterránea moderna y sostenible**, que combina **eficiencia productiva** con **beneficios ambientales tangibles**.

Las plantaciones de Nadorcott, distribuidas a lo largo del arco mediterráneo, **contribuyen a frenar la desertificación, mejoran la estructura y fertilidad del suelo, emiten oxígeno, regulan el microclima y la disponibilidad hídrica**, y, de manera destacada, **actúan como sumideros naturales de CO₂**. Gracias a su **alta densidad de plantación**, el uso generalizado del **riego localizado**, el **no laboreo** y la **gestión eficiente del cultivo**, el sistema Nadorcott **optimiza los procesos fotosintéticos y la acumulación de biomasa**, lo que incrementa su capacidad de **fijación neta de carbono** frente a otros cultivos leñosos del entorno mediterráneo.

Durante la fotosíntesis, los **árboles de Nadorcott** capturan **CO₂ atmosférico**, lo transforman en materia orgánica y lo **almacenan tanto en la biomasa como en el suelo**, contribuyendo así directamente a la **mitigación del cambio climático**.

El **CO₂ fijado** constituye la base de la **producción de fruta y subproductos agrícolas**, reflejando el papel del sistema Nadorcott como un **sumidero agrícola de carbono** que combina **productividad, sostenibilidad y resiliencia climática**.

Su estudio y validación permiten **cuantificar de manera objetiva la contribución climática positiva** del cultivo y consolidar su posición como **referente en sostenibilidad agraria dentro del sector citrícola europeo**.

1. Objetivos y motivación del estudio

El presente estudio se desarrolla en el marco del compromiso del **Club de Variedades Vegetales Protegidas (CVVP)** y **VisualNACert S.L.** con la sostenibilidad, la innovación y la transparencia ambiental en el sector citrícola.

Su finalidad es **cuantificar, validar y documentar las remociones, emisiones del sistema productivo de la variedad de mandarina Nadorcott**, mediante una metodología armonizada y verificable conforme a los estándares internacionales de referencia.

El proyecto parte de la necesidad de **disponer de una evaluación científica y verificable** que permita:

- Conocer la **capacidad real de las plantaciones Nadorcott** para actuar como **sumidero neto de carbono**,
- Disponer de un **indicador de sostenibilidad climática** homogéneo para todas las plantaciones,
- Asegurar la **trazabilidad y fiabilidad de la información ambiental** frente a terceros (productores, distribuidores, certificadoras y consumidores),
- Y contribuir a la **alineación del sector con los objetivos de neutralidad climática** establecidos en el *Green Deal Europeo* y la *Estrategia “De la Granja a la Mesa”*.

Objetivos específicos

El estudio se estructura en torno a los siguientes objetivos operativos:

1. **Aplicar la metodología sectorial IVIA–CarbonFT**, validada científicamente, para estimar los flujos biogénicos de fijación y emisión de CO₂ del cultivo.
2. **Verificar la coherencia y trazabilidad** de los datos utilizados mediante el sistema digital de VISUAL y los cuadros de mando.
3. **Validar el procedimiento de cálculo** conforme a los requisitos del *GHG Protocol* y la **UNE-EN ISO 14064-3:2019**, mediante revisión documental y muestreo por parte de la entidad certificadora **AENOR CONFIA SLU**.
4. **Consolidar una línea base climática** del sistema Nadorcott, que permita monitorizar mejoras futuras en eficiencia y mitigación.
5. **Identificar oportunidades de mejora y recomendaciones** para la gestión del carbono agrícola, orientadas a la reducción de emisiones y al aumento de la capacidad de fijación.

Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El proyecto de Carbono Nadorcott se alinea de forma directa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, contribuyendo especialmente a:

ODS	Contribución del proyecto
ODS 2 – Hambre cero	Promueve una producción agrícola sostenible y resiliente basada en el manejo eficiente del suelo, el agua y los nutrientes.
ODS 12 – Producción y consumo responsables	Fomenta la trazabilidad ambiental y la gestión responsable de insumos, integrando herramientas digitales para el control del impacto.
ODS 13 – Acción por el clima	Cuantifica y valida la contribución del sistema Nadorcott como sumidero de carbono, facilitando estrategias de mitigación climática.
ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres	Favorece la conservación del suelo y la mejora de su fertilidad mediante prácticas de agricultura regenerativa y riego eficiente.
ODS 17 – Alianzas para lograr los objetivos	Impulsa la colaboración entre entidades públicas, privadas y científicas (CVVP, VisualNACert, IVIA, AENOR CONFIA SLU) en torno a la sostenibilidad agrícola.

Este enfoque sitúa al sistema Nadorcott como referente en la transición climática del sector cítrico, contribuyendo a los compromisos globales de reducción de emisiones y de mejora de la sostenibilidad agraria.

Motivación y relevancia del proyecto

El sistema productivo Nadorcott se caracteriza por su **amplia implantación en el arco mediterráneo** y por la aplicación de **prácticas de riego localizado y manejo eficiente del suelo**, que favorecen la fijación de carbono y la reducción de emisiones. En este contexto, disponer de un estudio de emisiones y remociones **de carbono verificado** representa un elemento estratégico para:

- Poner en valor los **servicios ecosistémicos del cultivo cítrico**.
- Reforzar la **diferenciación ambiental y reputacional** de la variedad Nadorcott.
- Facilitar la **toma de decisiones basada en datos** en el marco de la sostenibilidad climática.
- Anticipar futuras exigencias regulatorias o de mercado en materia de **información ambiental, taxonomía verde y neutralidad de carbono**.

De este modo, el Informe GHG Nadorcott constituye una herramienta técnica y de gobernanza ambiental que integra el conocimiento científico, la digitalización y la verificación independiente, contribuyendo a un **modelo cítrico más resiliente, eficiente y alineado con los compromisos climáticos europeos**.

2. Objeto del informe

El presente informe tiene por objeto el cálculo y validación del emisiones y remociones de carbono del sistema productivo de la variedad de mandarina Nadorcott producida en la Península Ibérica, bajo la responsabilidad técnica de VisualNACert, S.L. y el mandato del Club de Variedades Vegetales Protegidas (CVVP), entidad gestora de la variedad.

El estudio se desarrolla conforme a los principios y directrices del GHG Protocol – Corporate Accounting and Reporting Standard, y será verificado externamente por AENOR CONFIA SLU, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 14064-3:2019, bajo un nivel de aseguramiento limitado y una materialidad del 5 %.

El objetivo principal es cuantificar y validar las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas al cultivo de Nadorcott y establecer un plan de mejora continua que refuerce su papel como sumidero agrícola sostenible.

3. Información general del proyecto

3.1. Entidad responsable del informe

La entidad responsable de la elaboración del presente informe es **VisualNACert, S.L.**, con domicilio social en Calle Mayor 41, 46138 Rafelbuñol (Valencia).

VisualNACert actúa como **responsable técnico y gestor del inventario de gases de efecto invernadero (GEI)** conforme a los requisitos establecidos en el *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero – Estándar corporativo de contabilidad y reporte (GHG Protocol)*.

El **beneficiario y mandatario** del estudio es el **Club de Variedades Vegetales Protegidas (CVVP)**, entidad gestora de la variedad de mandarina **Nadorcott**

3.2. Localización del ámbito productivo

El estudio abarca la totalidad de la producción de la variedad **Nadorcott** en la **Península Ibérica**, incluyendo explotaciones agrícolas situadas en **España y Portugal**.

3.3. Superficie total y área evaluada

El estudio se ha realizado sobre l conjunto de plantaciones registradas y activas bajo licencia de la variedad Nadorcott en la Península Ibérica.

Campaña	Superficie total (ha)
2024/2025	9003,05

2023/2024	9145,87
2022/2023	8929,74
2021/2022	8377,30
2020/2021	8069,05
2019/2020	7569,15
2018/2019	7212,23
2017/2018	6880,40
2016/2017	6465,51
2015/2016	5805,91
2014/2015	5554,27
2013/2014	5242,32

3.4. Periodo de referencia

El periodo de inventario y análisis abarca **las campañas agrícolas consecutivas**, comprendidas entre la **campaña 2013/2014 y la campaña 2024/2025**, conforme al periodo establecido para la verificación externa del inventario anual de emisiones.

Se considera campaña base 2013/14.

3.5. Objetivo del estudio

El objetivo del presente informe es la **validación de emisiones y remociones del cultivo de mandarina Nadorcott** conforme a las directrices del *GHG Protocol*, con una **doble finalidad**:

- **Validación interna**, como herramienta de mejora continua de los procesos de cuantificación y gestión de las emisiones y sumideros de carbono en el ámbito agrícola.
- **Certificación externa**, a cargo de la entidad acreditada **AENOR CONFIA SLU**, en su condición de verificador independiente, conforme a la norma **ISO 14064-3:2019** y bajo un **nivel de aseguramiento limitado** (materialidad del 5 %)

4. Límites del inventario

4.1 Límite organizacional

El límite organizacional define el alcance de las operaciones incluidas dentro del inventario de gases de efecto invernadero (GEI) y establece el criterio de consolidación de las emisiones y remociones.

Para este informe, se adopta el **enfoque de control operacional**, de acuerdo con las directrices del *GHG Protocol – Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte* (WRI/WBCSD).

Bajo este criterio, **VisualNACert, S.L.** ejerce el **control técnico y metodológico** del cálculo de las emisiones y remociones de carbono de la variedad **Nadorcott**, actuando como **entidad responsable del informe**, mientras que el **Club de Variedades Vegetales Protegidas (CVVP)** es el **beneficiario del informe**.

VisualNACert asume la gestión, recopilación y verificación de los datos agronómicos y ambientales asociados a las explotaciones registradas en España y Portugal, así como la implementación de la metodología del **Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)**, reconocida como **guía sectorial de referencia**.

El límite organizacional, por tanto, incluye la totalidad de las explotaciones agrícolas adscritas al CVVP bajo licencia de la variedad Nadorcott y cuya información se gestiona a través de la **plataforma VisualNACert**.

4.2 Límite operacional

El límite operacional determina los tipos de emisiones y remociones de GEI que se incluyen dentro del inventario.

Siguiendo los principios del *GHG Protocol*, se distinguen tres alcances:

- **Alcance 1:** emisiones y remociones directas.
- **Alcance 2:** emisiones indirectas por consumo de electricidad.
- **Alcance 3:** otras emisiones indirectas en la cadena de valor.

En el presente estudio, el análisis se circunscribe al **Alcance 1 y 2**, derivadas de las actividades agrícolas de las plantaciones Nadorcott bajo gestión del CVVP.

Identificación de fuentes y sumideros

4.2.1. Fuentes de emisión:

Fuentes de emisión alcance 1:

- Emisiones directas de CO₂ procedentes de las labores de cultivo (Combustión de combustibles fósiles en maquinaria agrícola, equipos de riego y transporte interno).
LCO₂: CO₂ emitido en las labores de cultivo
- Procesos respiratorios del cultivo (autotróficos) y del suelo RAS (heterotróficos).

- Emisiones directas de CO₂ procedentes de las fertilización nitrogenada

4.2.2. Sumideros de carbono:

- PPBa: Fijación de CO₂ atmosférico de la producción primaria bruta en biomasa aérea (tronco, ramas, hojas y fruto), fotosíntesis (asimilación neta de CO₂ a nivel de ecosistema)
- PPBve: Fijación de carbono por la cubierta vegetal, en biomasa radicular y materia orgánica del suelo.

Alcance 2: comprenden las emisiones indirectas derivadas del consumo eléctrico por las instalaciones de riego localizado.

Alcance 3: No se incluyen en este inventario las emisiones de **Alcance 3** (transporte, envasado o distribución), por encontrarse fuera del control operacional de la organización.

4.3 Protocolo y metodología de cuantificación aplicada

El cálculo se realiza mayoritariamente conforme al **Protocolo del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)**, reconocido como **guía sectorial de referencia para cítricos en la Península Ibérica**, desarrollado en el marco de los proyectos de investigación **RTA2011-00114** y **RTA2012-00062**, y aplicado posteriormente en la herramienta **CarbonFT** (Aleixos et al., 2016).

Este protocolo se fundamenta en estudios experimentales desarrollados por el **equipo de Citricultura y Producción Vegetal del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias** en el marco de los proyectos RTA citados y publicado a nivel científico [Quiñones et al. (2013) e **Iglesias et al. (2013)**] y en revistas de divulgación [Iglesias et al. (2011) e Iglesias et al. (2012)] sobre el *balance de carbono de plantaciones cítricas en el este de España*

El modelo IVIA combina dos enfoques complementarios:

- **Estimación de la producción primaria neta (PPN)** mediante relaciones alométricas y tasas de asimilación fotosintética.
- **Evaluación de flujos de carbono (fotosíntesis, respiración de fruto y suelo)**

La cuantificación de las emisiones por fertilización se ha realizado mediante el enfoque estándar **actividad × factor de emisión**, siguiendo las directrices del IPCC (2006; Refinamiento 2019) para las emisiones directas de N₂O procedentes de suelos gestionados.

Emisiones Alcance 2: Las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero asociadas al riego por goteo se han cuantificado dentro del **Alcance 2**, siguiendo el *GHG Protocol – Corporate Accounting and Reporting Standard*. El Alcance 2 incluye **únicamente** las emisiones derivadas de la **generación de la electricidad adquirida y consumida** por la explotación agrícola.

La metodología aplicada se basa en el cálculo estándar **dato de actividad × factor de emisión**, siguiendo:

- *GHG Protocol* (WRI/WBCSD, 2004).
- Factores de emisión oficiales publicados por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC–MITECO VERSION 31 que corresponde en el año 2025), para la electricidad consumida (kg CO₂e/kWh) en cada año del inventario.

4.4 Variables agronómicas y clasificación de plantaciones

Para la cuantificación vamos a clasificar las plantaciones según el edad de plantación, la densidad y el tipo de riego:

Variable	Categorías	Criterio de clasificación
Edad de la plantación	PA (Adulta) / PJ (Joven)	Plantación Adulta mayor o igual a 7 años Joven menos o igual a 6 años
Densidad de plantación	DI (Densidad intensiva) / DN (Densidad normal)	Más o menos de 500 árboles·ha ⁻¹
Tipo de riego	RL (Riego localizado) / RI (Riego por inundación)	Según sistema de riego empleado

Nota metodológica: Se ha recopilado la información de riego y otras prácticas mediante **encuestas específicas a productores de Nadorcott**, coordinadas por VisualNACert y el CVVP.

En los casos en que no se dispone de respuesta directa, se **asume riego localizado (RL)** como práctica habitual y más extendida en la citricultura española y portuguesa.

4.5 Aplicación en el estudio Nadorcott

Cada plantación es **clasificada automáticamente** según sus características agronómicas (edad, densidad y sistema de riego) dentro de la plataforma **VisualNACert**, que consolida los datos de campo y calcula emisiones y remociones.

De esta forma, el modelo integra las variables estructurales del cultivo con el comportamiento fisiológico de la especie, permitiendo estimar de manera coherente y verificable las emisiones, remociones **por plantación y para el conjunto del sistema productivo Nadorcott**.

4.6 Actualización temporal del inventario

El inventario de emisiones y remociones de GEI del sistema Nadorcott tiene carácter **anual y actualizable**, de modo que cada ejercicio incorpora las variaciones registradas en la superficie cultivada, la densidad y la edad de las plantaciones.

Este enfoque garantiza que el inventario de emisiones y remociones refleje la **situación real y dinámica del sistema productivo**, manteniendo la coherencia temporal y la comparabilidad de resultados entre campañas consecutivas.

4.7. Procedimiento de recálculo del año base y consistencia metodológica

De acuerdo con los principios de **consistencia, transparencia y comparabilidad temporal** establecidos por el *GHG Protocol – Corporate Accounting and Reporting Standard*, el inventario de emisiones y remociones del sistema productivo Nadorcott incorpora un procedimiento explícito para la **actualización y, en su caso, el recálculo del año base**.

La campaña **2013/2014** se define como **año base** del inventario, al constituir el primer ejercicio con información suficientemente representativa, homogénea y trazable para el conjunto del sistema productivo evaluado. Los resultados de las campañas posteriores se interpretan siempre en relación con dicha referencia.

Criterios que activan el recálculo del año base

El recálculo del año base se llevará a cabo únicamente cuando se produzcan cambios metodológicos o estructurales **materiales**, que puedan afectar de forma significativa a la comparabilidad de los resultados históricos. Entre dichos supuestos se incluyen, de forma no exhaustiva:

- **Actualización o ampliación de la metodología científica de referencia del IVIA**, incluyendo:
 - La incorporación de **nuevas categorías agronómicas** de clasificación de plantaciones (por ejemplo, desagregaciones adicionales por edad, densidad, manejo del suelo o sistema de riego).
 - La revisión de coeficientes de fijación o emisión (PPBa, PPBve, RAS, LCO₂ u otros) derivada de nuevos resultados experimentales validados científicamente.
 - La inclusión de nuevos compartimentos de carbono o flujos relevantes no considerados en versiones previas del modelo.
- **Incorporación de nuevos indicadores o fuentes de emisión/remoción** que:
 - Sean metodológicamente robustos,
 - Sean coherentes con el GHG Protocol y las directrices del IPCC,

- Y superen los umbrales de materialidad definidos para el inventario ($\geq 5\%$).
- **Cambios estructurales relevantes en el sistema inventariado**, tales como:
 - Revisiones sustanciales de la superficie total elegible del sistema Nadorcott en campañas pasadas,
 - Correcciones retroactivas significativas en variables clave (edad, densidad, superficie o sistema de riego) que afecten de forma acumulada a los resultados históricos.

No se consideran motivo de recálculo del año base las mejoras menores en la calidad del dato, los ajustes operativos no materiales o la incorporación progresiva de información más detallada cuando esta no altera sustancialmente los resultados agregados.

Procedimiento de recálculo

En los casos en que se active el recálculo del año base, se aplicará el siguiente procedimiento:

1. **Documentación del cambio metodológico**, indicando su naturaleza, justificación científica y fecha de aplicación.
2. **Reprocesamiento homogéneo del inventario histórico**, aplicando la nueva metodología o categoría de forma consistente a todas las campañas desde el año base.
3. **Comparación entre resultados originales y recalculados**, identificando y cuantificando las variaciones resultantes.
4. **Actualización formal del año base**, manteniendo registro de versiones y garantizando la trazabilidad completa de los cambios.
5. **Comunicación transparente del recálculo** en el informe correspondiente, indicando expresamente que los resultados históricos han sido ajustados para preservar la comparabilidad temporal.

Este enfoque garantiza que las tendencias observadas reflejen **cambios reales en el desempeño climático del sistema productivo**, y no artefactos derivados de modificaciones metodológicas.

Principio de mejora continua y robustez del inventario

El procedimiento descrito permite integrar de forma ordenada los avances científicos desarrollados por el IVIA y otras fuentes de referencia, sin comprometer la integridad del inventario ni la credibilidad de los resultados reportados.

De este modo, el inventario GHG del sistema Nadorcott se concibe como un **sistema dinámico y evolutivo**, capaz de incorporar mejoras metodológicas futuras manteniendo:

- la coherencia interanual,
- la comparabilidad de resultados,
- y la verificabilidad externa conforme a la norma UNE-EN ISO 14064-3:2019.

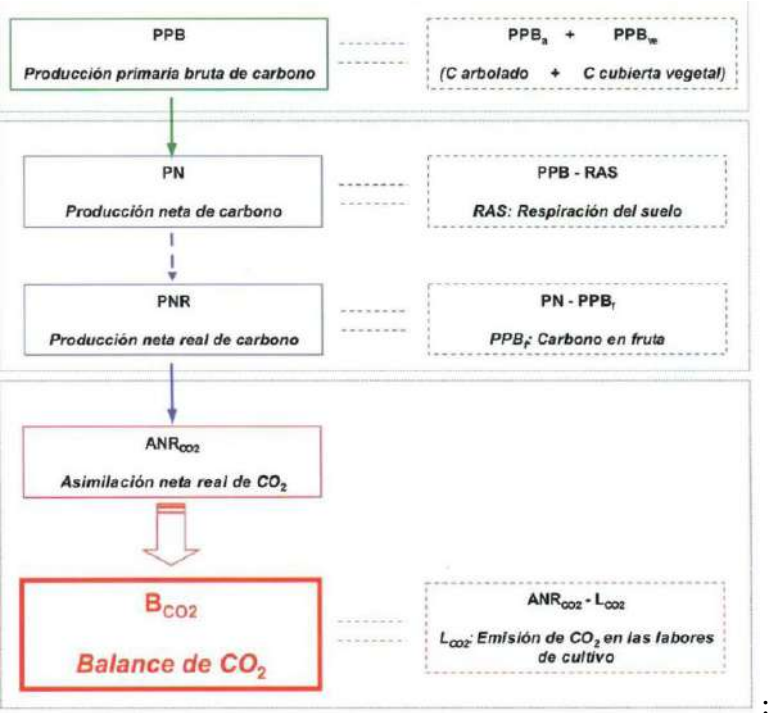
Este planteamiento refuerza la solidez técnica del año base y consolida el inventario como una herramienta fiable para el seguimiento del desempeño climático y la toma de decisiones estratégicas a medio y largo plazo.

5. Identificación de fuentes y sumideros

5.1 Introducción

La identificación de las fuentes de emisión y de los sumideros de carbono (remociones) constituye el núcleo operativo del inventario de GEI, según el *GHG Protocol – Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte*.

De acuerdo con el modelo IVIA, el sistema agrícola se representa mediante los siguientes flujos y compartimentos de carbono (Figura 1)



En la tabla siguiente se describen cada uno de los componentes del sistema de carbono en una parcela de cítricos acorde al estudio realizado por IVIA.

Componente	Símbolo	Descripción	Unidad
Producción primaria bruta anual	PPBa	carbono total fijado en la producción primaria bruta anual	t C·ha ⁻¹ ·año ⁻¹
Carbono fijado en la cosecha	PPBf	carbono fijado en la cosecha	t C·ha ⁻¹ ·año ⁻¹

		Fracción de carbono incorporado en los frutos cosechados y retirados del sistema	
Producción primaria de vegetación espontánea	PPBve	<i>carbono fijado en la producción primaria bruta anual de malas hierbas</i>	$t\ C \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$
Respiración anual del suelo	RAS	Emisión de carbono debida a la respiración microbiana y radicular (<i>respiración anual del suelo</i>)	$t\ C \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$
Fijación neta de carbono	PN	Diferencia entre PPB y RAS (<i>fijación neta de carbono en la plantación: PPB-RAS</i>)	$t\ C \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$
Fijación neta real de carbono	PNR	<i>fijación neta real de carbono en la plantación (PN-PPBf)</i>	$t\ C \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$
Asimilación neta de CO₂	ANCO ₂	<i>asimilación neta de CO₂ por la plantación: PN × 3,66 (factor estequiométrico C→CO₂)</i>	$t\ CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$
Asimilación neta real de CO₂	ANRCO ₂	<i>asimilación neta real de CO₂ por la plantación: PNR × 3,66</i>	$t\ CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$
Emisiones en labores agrícolas	LCO ₂	<i>CO₂ emitido en las labores de cultivo: Emisiones directas derivadas de combustibles y operaciones mecánicas</i>	$t\ CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$
Emisiones en fertilización	LCO ₂	<i>CO₂ emitido en fertilización por la aplicación de fertilizantes nitrogenados</i>	$t\ CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$
Emisiones indirectas por energía eléctrica riego localizado	LCO ₂	<i>CO₂ emitido por consumo energía eléctrica de riego localizado</i>	$t\ CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$

5.2 Sumideros de carbono

Las remociones que conforman la absorción de carbono del sistema, provienen de:

- a) *Carbono fijado en la producción primaria bruta anual (PPBa)*
 - **Fijación de CO₂ por fotosíntesis** Carbono asimilado en órganos vegetales a través de la actividad fotosintética.

- **Acumulación en biomasa estructural (tronco, ramas y raíces)**
Componente de almacenamiento de largo plazo.
 - **Incremento de carbono en el suelo agrícola.** Derivado de la incorporación de restos de poda, raíces finas y hojarasca.
- b) *Carbono fijado en la cubierta vegetal o vegetación espontanea (PPBve)*

5.3 Fuentes de emisión

Las emisiones directas de gases de efecto invernadero son todas aquellas provenientes de una unidad o proceso físico que libera gases de efecto invernadero hacia la atmósfera y que pertenecen o son controladas por la organización. Tenemos las siguientes:

Dentro del **alcance 1**, se identifican las siguientes **fuentes directas de emisión**:

- c) **Emisiones directas derivadas de combustibles y operaciones mecánicas (LCO2):** Uso de tractores, atomizadores, motocultores.

Se ha comprobado el factor de emisión del gasoleo agrícola MITECO VERSION 31 que corresponde en el año 2025 y comprobado que no ha variado desde 2013 a 2024, por lo que se considera mantener el mismo valor de LCO2 para todas las campañas. Las tablas a continuación indican los valores del factor de emisión del gasoleo agrícola.

CO ₂ (kg/ud)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Gasóleo B (l)	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719

•

CH ₄ (g/ud)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Gasóleo B (l)	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367

•

N ₂ O (g/ud)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Gasóleo B (l)	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022

- a) **Respiración del suelo (RAS).** Emisiones biogénicas debidas a la descomposición de materia orgánica y respiración radicular.
- b) **Respiración de órganos vegetales. Liberación de CO₂ por respiración de hojas, frutos y tejidos leñosos, medida indirectamente en PPB.**
- c) **Emisiones directas por Fertilización.** Se han considerado las emisiones directas de N₂O procedentes del suelo, principalmente de origen biogénico, básicamente desnitrificación del suelo por aporte de fertilizantes.

Dentro del **alcance 2**, se identifican las **fuentes indirectas de emisión**:

- d) **Emisiones indirectas por consumo de energía.** se consideran las emisiones indirectas por consumo de electricidad de la captación y distribución del agua.

Exclusión de emisiones no materiales asociadas al uso de gasóleo agrícola

En el presente inventario no se han cuantificado de forma específica las emisiones de **CH₄ y N₂O asociadas a la combustión de gasóleo agrícola** utilizada en las labores de cultivo. Esta exclusión se justifica porque, de acuerdo con los factores de emisión oficiales del MITECO y con la literatura técnica de referencia, dichas emisiones representan una fracción **residual y no material** frente a las emisiones de CO₂ derivadas del mismo consumo de combustible. El análisis preliminar realizado indica que la contribución conjunta de CH₄ y N₂O procedente del uso de gasóleo se sitúa **muy por debajo del umbral de materialidad del 5 %** establecido para la verificación del inventario conforme a la norma UNE-EN ISO 14064-3:2019. En aplicación de los principios de relevancia y materialidad del GHG Protocol, estas emisiones se consideran no significativas y su exclusión no afecta a la integridad, precisión ni comparabilidad de los resultados globales del inventario.

Exclusiones de otras emisiones indirectas de GEI

Se han revisado las posibles fuentes de otras emisiones indirectas de gases de efecto invernadero, incluyendo **emisiones fugitivas asociadas a refrigerantes (HFCs y PFCs) y pérdidas de gases aislantes (SF₆) en centros de transformación.** Tras el análisis del sistema organizacional y operativo, **no se han identificado equipos, instalaciones o procesos que utilicen estos compuestos** dentro del límite funcional de la explotación.

Por este motivo, dichas fuentes se consideran **no aplicables** y, en consecuencia, **no se han cuantificado**, de acuerdo con los criterios de relevancia y materialidad establecidos en el inventario GHG.

5.4 Metodología de Cuantificación de remociones y emisiones directa (excepto fertilización)

Se asigna a cada plantación anualmente el valor correspondiente. Los valores a utilizar en la cuantificación de remociones PPBa, PPBe y emisiones LCO₂, quedan descritos en la siguiente tabla elaborada por IVIA, que considera valores distribuidos en 5 categorías:

1	PA, DN, RI
2	PA, DN, RL
3	PA, DI
4	PJ, DN
5	PJ, DI

- (PA) Plantación adulta igual o más de 7 años . (PJ) Plantación joven igual o menos de 6 años
- DN Densidad normal: menos de 500 plantas/ha. DI Densidad intensiva: más de 500 plantas/ha
- RL riego localizado. RI riego inundación

Categoría plantación	t C /ha-año						t CO2/ha-año			
	PPBa	PPBf	PPBve	PPBf	PN	PNR	ANCO2	ANRCO2	LCO2	BCO2*
PA, DN, RI	9,71	3,82	2,43	3,82	5,12	1,31	18,75	4,79	0,95	3,84
PA, DN, RL	10,29	4,34	0,38	4,34	6,40	2,07	23,44	7,56	0,63	6,93
PA, DI	12,34	5,20	0,32	5,20	9,63	4,43	35,25	16,20	0,67	15,53
PJ, DN	0,85	0,11	1,51	0,11	-1,26	-1,37	-4,61	-5,02	0,33	-5,35
PJ, DI	1,02	0,14	1,28	0,14	-0,27	-0,41	-0,99	-1,49	0,36	-1,85

*Este BCO2 no considera las emisiones por fertilización ni las emisiones indirectas por energía del riego localizado

A continuación se describe la metodología para la cuantificación de emisiones de fertilización y de energía.

Categoría plantación	Remociones t C /ha-año		Remociones t CO2/ha-año		Emisiones Alcance 1 t CO2/ha-año			alcance 1 t CO2/ha-año	alcance 1 t CO2/ha-año
	PPBa	PPBve	PPBa	PPBve	PPBf*	RAS	LCO2	Total Remociones	Total Emisiones
PA, DN, RI	9,71	2,43	35,6357	8,9181	14,0194	25,7634	0,95	44,5538	27,8134
PA, DN, RL	10,29	0,38	37,7643	1,3946	15,9278	15,6342	0,63	39,1589	17,3642
PA, DI	12,34	0,32	45,2878	1,1744	19,084	11,1201	0,67	46,4622	12,8901
PJ, DN	0,85	1,51	3,1195	5,5417	0,4037	13,2854	0,33	8,6612	13,9054
PJ, DI	1,02	1,28	3,7434	4,6976	0,5138	9,4686	0,36	8,441	10,1186

5.5 Metodología de Cuantificación de Fuentes de emisión por fertilización

Las emisiones directas de óxido nitroso (N₂O) derivadas de la fertilización nitrogenada se han cuantificado aplicando la metodología establecida por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), reconocida por el *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard* como referencia metodológica para la estimación de emisiones agrícolas cuando no existen factores específicos propios del Protocolo GHG.

1. Enfoque metodológico

La cuantificación se ha realizado mediante el enfoque estándar **actividad × factor de emisión**, siguiendo las directrices del IPCC (2006; Refinamiento 2019) para las emisiones directas de N₂O procedentes de suelos gestionados. Este enfoque es el recomendado por el Protocolo GHG para fuentes agrícolas, garantizando consistencia, trazabilidad y verificabilidad de los cálculos.

- **Dato de actividad (A):** Aporte anual de nitrógeno (kg N/ha·año).
 - Plantación adulta: 200 kg N/ha·año
 - Plantación joven: 25 % del aporte de plantación adulta
- **Factor de emisión directo (B):** EF para fertilizante nitrogenado sintético: **0,0125 kg N₂O-N/kg N** (IPCC, 2006; Volumen 4, Capítulo 11; valores por defecto para categorías de Nivel 1)
- **Conversión molecular a N₂O:** Se aplica el factor estequiométrico **44/28**, que transforma el nitrógeno contenido en N₂O-N a N₂O total.
- **Potencial de Calentamiento Global (GWP):** Se utiliza el factor de GWP100 para N₂O procedente del *Fourth Assessment Report* (AR4) del IPCC: **GWP = 298**, de acuerdo con los requisitos de armonización establecidos por las metodologías ISO 14064 y por los sistemas de verificación europeos.

2. Cálculo de las emisiones directas de N₂O

Tomando como ejemplo la plantación adulta:

1. **Emisiones directas de N₂O-N:** $C = A \times B$
 $C = 200 \times 0,0125 = 2,5 \text{ kg N}_2\text{O-N/ha}\cdot\text{año}$
2. **Conversión a N₂O:** $D = C \times (44/28)$
 $D = 2,5 \times (44/28) = 3,92 \text{ kg N}_2\text{O/ha}\cdot\text{año}$
3. **Conversión a CO₂ equivalente plantación adulta:**
 $\text{Emisiones (kg CO}_2\text{eq/ha}\cdot\text{año)} = D \times 298 = 3,92 \times 298 = 1.168,16 \text{ kg CO}_2\text{eq/ha}\cdot\text{año}$
Para una plantación joven se considera el 25% = **292,04 kg CO₂ eq/ha año**

Este valor representa las **emisiones directas procedentes de la nitrificación y desnitrificación del nitrógeno aplicado al suelo** mediante fertilización mineral.

Referencias

- **IPCC (2006).** *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 11: N₂O Emissions from Managed Soils. Intergovernmental Panel on Climate Change.

- **IPCC (2019).** *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* Agriculture, Forestry and Other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- **IPCC (2007).** *Fourth Assessment Report (AR4).* Working Group I. Cambridge University Press.
- **WRI & WBCSD (2004).** *GHG Protocol – Corporate Accounting and Reporting Standard.* World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.
- **ISO (2018).** *ISO 14064-1:2018 Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.*

Nota metodológica de ajuste: Las necesidades de nitrógeno en cítricos son diferentes en función de la edad de la plantación según se puede observar en la siguiente tabla del IVIA de P. Ferrer Talón.

Si consideramos una plantación de marco de plantación 6x5 se observa que la suma de las necesidades del año 1 al 6 son 690 gr/árbol (una media de 115 gr/árbol/año), y la suma de necesidades del año 7 al 12 son 3095 gr/árbol (una media de 515 gr/árbol/año).

Se considera un aporte de 200 kg de N por hectárea y año en una plantación adulta.

TABLA N°2. Cítricos. Dosis de Nitrógeno (gramos/árbol) en fertirrigación

Árbol/Marco	4x3	5x4	6x4	6x5
1	35	35	35	35
2	50	50	50	50
3	80	80	80	80
4	110	110	110	110
5	165	165	165	165
6	250	250	250	250
7	305	305	305	305
8	305	410	410	410
9	305	510	510	510
10	305	510	530	550
11	305	510	530	660
12	305	510	530	660

5.6 Metodología de Cuantificación de Fuentes de emisión indirecta por energía eléctrica

Las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero asociadas al riego por goteo se han cuantificado dentro del **Alcance 2**, siguiendo el *GHG Protocol – Corporate Accounting and Reporting Standard*. El Alcance 2 incluye **únicamente** las emisiones derivadas de la **generación de la electricidad adquirida y consumida** por la explotación agrícola.

En este apartado se contabiliza únicamente la electricidad comprada utilizada para el **funcionamiento del bombeo eléctrico propio** asociado al riego por goteo. La energía utilizada por infraestructuras externas (comunidades de regantes, estaciones de bombeo colectivas, etc.) **no se incorpora en el Alcance 2 de la explotación**, y en su caso correspondería al **Alcance 3** si se decidiera reportarla.

1. Enfoque metodológico

La metodología aplicada se basa en el cálculo estándar **dato de actividad × factor de emisión**, siguiendo:

- *GHG Protocol* (WRI/WBCSD, 2004).
- Factores de emisión oficiales publicados por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC–MITECO VERSION 31 para la electricidad consumida (kg CO₂e/kWh) en cada año del inventario.
- Buenas prácticas de cuantificación establecidas en ISO 14064-1:2018.

Este enfoque garantiza consistencia, trazabilidad y verificabilidad del cálculo.

2. Factor de actividad: Consumo eléctrico del sistema de riego

El **factor de actividad** empleado es el consumo de electricidad comprada para el funcionamiento del bombeo eléctrico propio de la explotación, expresado en kWh/ha·año.

Para plantaciones adultas de cítricos, se adopta un valor de referencia basado en la eficiencia típica del riego localizado **50 kWh/ha·año**

Este valor representa el consumo específico asociado **exclusivamente** a los sistemas de bombeo eléctrico propios utilizados para riego localizado en cítricos adultos. Cuando el agua es suministrada a presión por una entidad externa, el consumo eléctrico imputable al Alcance 2 sería **0 kWh/ha**

3. Factor de emisión de la electricidad (FE_elec)

El factor de emisión de electricidad consumida corresponde a los valores **anuales oficiales publicados por OECC–MITECO VERSION 31**, aplicables a organizaciones que reportan huella de carbono en España. Estos factores reflejan el mix de generación nacional y la metodología de cálculo armonizada para Alcance 2.

Los factores aplicables (kg CO₂e/kWh) son:

kg CO ₂ e/kWh	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Factor de emisión	0,360	0,370	0,400	0,360	0,430	0,410	0,310	0,250	0,259	0,273	0,260	0,283

El factor del año correspondiente al inventario es el que se aplica en el cálculo cada campaña

4. Fórmula de cálculo

Las emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico del riego por goteo se calculan según:

Emisiones Alcance 2 riego (kg Co₂ e/ha/año = Consumo eléctrico (kWh/ha/año) x FE_elec (kg CO₂e/kWh)

Sustituyendo el consumo eléctrico estándar 50 kWh/ha/año, el valor resultante es específico para cada año en función del factor oficial de la electricidad.

Para plantaciones jóvenes (hasta 6 años), se asume que el consumo eléctrico de riego asociado al bombeo propio es proporcionalmente inferior al de plantaciones adultas, debido a la menor superficie foliar, menores dotaciones de riego y menor tiempo efectivo de funcionamiento del sistema. En coherencia con el criterio aplicado a la fertilización nitrogenada, se adopta un consumo eléctrico del **25 %** del consumo de plantación adulta, es decir, **12,5 kWh/ha·año** frente a los 50 kWh/ha·año considerados en plantaciones adultas. Este valor se aplica exclusivamente para el cálculo de las emisiones de Alcance 2 asociadas a la electricidad comprada para bombeo.

Año	FE_elec	Emisiones = 50 × FE (kg CO₂e/ha·año) PLANTACIÓN ADULTA	PLANTACIÓN JOVEN 25% emisiones
2013	0,360	18,0	4,5
2014	0,370	18,5	4,62
2015	0,400	20,0	5,0
2016	0,360	18,0	4,5
2017	0,430	21,5	5,37
2018	0,410	20,5	5,12
2019	0,310	15,5	3,87
2020	0,250	12,5	3,12
2021	0,259	13,0	3,25
2022	0,273	13,7	3,42
2023	0,260	13,0	3,25
2024	0,283	14,2	3,55

Campaña	Emisiones Alcance 2 PLANTACIÓN ADULTA (tn CO₂e/ha·año)	Emisiones Alcance 2 PLANTACIÓN JOVEN (tn CO₂e/ha·año) 25% emisiones
2013/14	0,0180	0,0045
2014/15	0,0185	0,00462
2015/16	0,0200	0,0050
2016/17	0,0180	0,0045
2017/18	0,0215	0,00537

2018/19	0,0205	0,00512
2019/20	0,0155	0,00387
2020/21	0,0125	0,00312
2021/22	0,0130	0,00325
2022/23	0,0137	0,00342
2023/24	0,0130	0,00325
2024/25	0,0142	0,00355

Nota metodológica al ajuste de plantaciones jóvenes: Se justifica este ajuste porque las necesidades de agua de una plantación de cítricos, lógicamente, dependen del tamaño de los árboles y van aumentando conforme aquellos crecen. Una forma de representar el tamaño es mediante el Porcentaje de área sombreada (PAs), que es la relación porcentual entre la superficie sombreada por la planta y la superficie correspondiente al marco de plantación. Juan R. Castel, del Departamento de Recursos Naturales del I.V.I.A., a través de sus experiencias ha establecido una relación entre el coeficiente de cultivo medio anual de los cítricos y el tamaño de la planta, medido como porcentaje de área sombreada. Las necesidades de riego se calculan multiplicando la ETo evapotranspiración del cultivo por su coeficiente de cultivo Kc.

Árboles jóvenes (PAs<20%) Kc medio = $0.021 + (0.0174 \times \text{PAs})$

Resto de árboles..... Kc medio = $0.274 + (0.005 \times \text{PAs})$

teniendo en cuenta que para árboles adultos el Kc medio alcanza un valor de 0,68 (valor máximo).

5.7. Cálculo de otros indicadores

- kg CO₂ fijados por kg de fruta producida, y
- kg CO₂ fijados por árbol.

Para su cálculo, se utilizan los **datos de producción anual (kg de fruta)** registrados para cada finca en el **módulo de producción de VISUAL**, garantizando la trazabilidad y la coherencia con los datos de densidad y superficie inspeccionados.

A partir de estos valores, se obtienen los indicadores de eficiencia de fijación mediante las expresiones:

$$\text{CO}_2/\text{árbol (kg)} = \frac{B_{\text{CO}_2, \text{ha}} \times 1000}{\text{árboles/ha}}$$

$$\text{CO}_2/\text{kg de fruta (kg)} = \frac{B_{\text{CO}_2, \text{ha}} \times 1000}{\text{kg de producción/ha}}$$

donde $B_{\text{CO}_2, \text{ha}}$ representa el balance neto medio de CO_2 por hectárea y año ($\text{t CO}_2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$).

Estos indicadores complementarios permiten evaluar la **eficiencia de fijación de carbono del sistema productivo Nadorcott** en relación con su rendimiento agrícola.

6. Recopilación y gestión de la información

6.1 Inspecciones de campo

Las **inspecciones de campo** constituyen la principal fuente histórica de información agronómica y estructural del sistema productivo de la variedad **Nadorcott**. Estas inspecciones son realizadas por **VisualNACert, S.L.**, entidad responsable del control técnico de las explotaciones bajo licencia del **Club de Variedades Vegetales Protegidas (CVVP)**.

Desde el año **2009**, VisualNACert ejecuta un **programa de inspección anual** que cubre aproximadamente **un tercio de las plantaciones cada campaña**, garantizando que **todas las explotaciones registradas son visitadas al menos una vez cada tres años**.

El número total de inspecciones realizadas varía cada ejercicio, en función de la superficie plantada y del crecimiento del número de productores Nadorcott, que ha evolucionado progresivamente desde 2009 hasta la actualidad.

Durante las inspecciones, los técnicos recogen y verifican los siguientes datos básicos:

- **Localización geográfica y delimitación de la parcela**, mediante la georeferenciación y referencia sigpac. Registrado en la plataforma Visual y en el acta de inspección.
- **Superficie (ha)**.
- **Número de plantas y marco de plantación**.
- **Edad estimada o año de plantación**.
- **Estado vegetativo y fenológico del arbolado**.

Cada visita concluye con la elaboración de un **acta de inspección**, firmada por el técnico responsable y el titular de la explotación, que constituye el **documento primario de verificación agronómica** dentro del sistema Nadorcott.

6.2 Encuesta de agricultura de carbono 2025

Con el inicio del **proyecto de carbono de Nadorcott**, en el año **2025** se llevó a cabo una **encuesta específica a productores**.

El objetivo de esta encuesta es **recopilar información adicional sobre las prácticas agrícolas relacionadas con la agricultura de carbono**, estableciendo una **línea base (año 2025)** desde la cual evaluar la evolución y la mejora de las prácticas en los próximos ejercicios.

La encuesta recoge información cualitativa y cuantitativa sobre los siguientes aspectos:

- **Sistema de riego** (goteo, aspersión o manta).
- **Tipo de laboreo y uso de cubiertas vegetales.**
- **Gestión de restos de poda.**
- **Uso y tipo de fertilizantes (sintéticos, orgánicos o mixtos).**
- **Cantidad de nitrógeno aplicado por hectárea y año.**
- **Uso de productos fitosanitarios.**
- **Consumo de combustible y tipo de maquinaria.**
- **Prácticas de agricultura de conservación** (mínimo laboreo, incorporación de restos, abonos verdes, setos, etc.).
- **análisis de suelo.**

Cuando no se dispone de respuesta directa sobre el **tipo de riego**, se **asume “riego localizado” (RL)**, dado que esta es la **práctica predominante** y más extendida en la citricultura española y portuguesa.

El análisis de las encuestas permite:

1. Completar las variables necesarias para aplicar el modelo **IVIA–CarbonFT** en aquellas parcelas donde el dato no constaba en las inspecciones.
2. Evaluar el **grado de adopción de prácticas de mitigación** y su evolución potencial en los próximos años.
3. Formular **recomendaciones técnicas** y medidas de mejora que se incluirán en el presente informe.

6.3 Digitalización y trazabilidad de la información

Tanto los **datos históricos de inspección** como los **resultados de la encuesta de 2025** se integran en la **plataforma VISUAL**, que actúa como **sistema de información geográfica y repositorio único del inventario**.

Esta plataforma está estructurada en tres niveles funcionales:

1. **Geoportal cartográfico:**
 - Permite visualizar cada parcela Nadorcott sobre base SIG, con sus coordenadas, superficie y estado de inspección.
2. **Módulo de carbono:**

- Consolida los datos de inspección (edad, densidad, superficie) y los resultados de la encuesta (tipo de riego y prácticas de manejo).
- Clasifica automáticamente cada explotación según las variables del modelo IVIA (PA/PJ, DI/DN, RL/RI).
- Calcula emisiones alcance 1 y alcance 2 y remociones

3. Repositorio documental:

- Almacena digitalmente actas de inspección y formularios de encuesta.
- Garantiza la trazabilidad completa entre el dato primario y el resultado del inventario.

Asimismo, la plataforma VISUAL integra un **módulo de producción** específico para la variedad Nadorcott, donde se registran y validan anualmente los **volúmenes de cosecha (kg/ha)** procedentes de los aforos, las inspecciones y los albaranes de recolección. Este módulo está sincronizado con el sistema de cálculo del emisiones y remociones de carbono, para poder obtener también indicadores de CO₂/árbol y CO₂/kg de fruta, que se basan siempre en datos contrastados y documentados.

6.4 Control de calidad y validación

VisualNACert aplica un **sistema de control de calidad** para asegurar la fiabilidad de los datos incluidos en el inventario, basado en:

- **Revisión por Dirección del departamento** de las actas de inspección.
- **Comprobación de coherencia** entre número de plantas, superficie y densidad.
- **Validación estadística** de dispersión (<5 % de desviación aceptada).
- **Control de consistencia geoespacial** mediante el geoportal.
- **Firma del responsable técnico del proyecto** antes de consolidar los registros finales.

En los casos en que existan lagunas o datos no disponibles, se aplican **criterios técnicos conservadores**, debidamente documentados.

6.4.1 Procedimiento de actualización y recálculo histórico. Sistema de gestión de datos y control de calidad del inventario

En caso de que durante una inspección de campo se detecten **cambios significativos en la plantación** (como modificaciones de número de plantas, superficie, densidad, marco de plantación) que afecten a los **valores declarados en años anteriores**, se aplica un **procedimiento de actualización retroactiva**.

Este procedimiento consiste en:

1. **Registrar la modificación detectada** en el acta de inspección correspondiente, documentando la fecha, la naturaleza del cambio y la justificación técnica.

2. **Actualizar los datos históricos** del expediente digital de la plantación, ajustando los parámetros agronómicos afectados (número de plantas, edad, densidad o superficie).
3. **Recalcular automáticamente** los valores de emisiones alcance 1, emisiones alcance 2 y remociones de los años implicados mediante el módulo de cálculo de VISUAL, manteniendo la trazabilidad de la versión anterior.
4. **Revisar y validar** el nuevo resultado por parte del responsable técnico antes de su consolidación definitiva en el inventario.

Este mecanismo garantiza que el inventario de GEI se mantenga **dinámico, trazable y actualizado**, reflejando en todo momento la **situación real de las plantaciones** y evitando desviaciones acumuladas en las emisiones y remociones de campañas previas.

6.5 Integración con la verificación AENOR CONFIA SLU

Toda la información recopilada, de inspecciones y encuestas, está disponible para revisión por la entidad **AENOR CONFIA SLU**, incluyendo:

- Registros digitales y trazabilidad geográfica.
- Actas firmadas de inspección y formularios de encuesta.
- Criterios de clasificación y cálculo aplicados.

Este sistema integrado permite realizar una **verificación documental y de campo completa**, garantizando la **transparencia y reproducibilidad** del inventario conforme a los principios del *GHG Protocol* y la norma **ISO 14064-3:2019**.

6.6 Cuadros de mando Power BI para representación de la evaluación de carbono

Los resultados consolidados del inventario de GEI se integran en la Excel del proyecto y en un **cuadro de mando interactivo desarrollado en Power BI**, conectado directamente con la base de datos de la plataforma VISUAL. El cuadro de mando actúa como **herramienta de representación visual**,

Este entorno permite:

- Visualizar la evolución anual del emisiones alcance 1, emisiones alcance 2 y remociones de carbono por campaña
- Representar comparativamente las emisiones y las remociones por campaña.
- Representar los indicadores operativos (kg CO₂ por hectárea, por árbol y por kg de producción).

7. Resultados del cálculo de emisiones y remociones de carbono

7.1 Enfoque general del cálculo

Las emisiones y remociones se han determinado aplicando como base:

- los coeficientes experimentales del **modelo IVIA–CarbonFT**
- los valores de emisiones por Fertilización (emisiones de N₂O del suelo) calculados mediante el enfoque estándar **actividad × factor de emisión**
- los valores de emisiones indirectas por energía (riego por goteo) calculados mediante el enfoque estándar **actividad × factor de emisión**

Los cálculos de indicadores se han calculado anualmente **por plantación para conocer el total por campaña** (t CO₂·año⁻¹) **y por hectáreas** (t CO₂·ha⁻¹·año⁻¹)

7.2 Resultados globales del emisiones y remociones sistema Nadorcott

A continuación, se presenta la evolución anual de las **remociones de CO₂** y de las **emisiones de gases de efecto invernadero** asociadas a la campaña, clasificadas según los requisitos del **Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol)**.

La tabla recoge, para cada campaña, la **superficie evaluada** y los principales indicadores:

- **Remociones:** Produccion Primaria (PPBa) y Produccion cubierta vegetal (PPBve), así como el total de carbono fijado por hectárea.
- **Emisiones de alcance 1:** incluyen las emisiones directas procedentes de la fertilización (N₂O), las labores de cultivo (LCO₂) y las emisiones asociadas al RAS (respiración autotrófica del suelo).
- **Emisiones de alcance 2:** emisiones indirectas derivadas del consumo de electricidad para el funcionamiento del sistema de riego.

Este resumen permite evaluar el comportamiento climático del sistema productivo en cada campaña, así como identificar tendencias y oportunidades de mejora en la gestión del carbono.

El periodo de estudio abarca las campañas 2013/14 a 2024/25.

Campaña base: 2013/2014

Resultados totales del inventario de GEI por campaña

La siguiente tabla presenta los resultados agregados del inventario de gases de efecto invernadero por cada campaña, considerando la superficie total evaluada. Se muestran las remociones totales de CO₂ y las emisiones directas e indirectas asociadas a las operaciones agrícolas, siguiendo la clasificación del GHG Protocol y los límites organizacionales y operativos definidos en el estudio

*PPBf Carbono fijado en la cosecha: Fracción de carbono incorporado en los frutos cosechados y retirados del sistema que no se considera en la suma de emisiones alcance 1 por ser de carácter biogénico.

Campaña	Remociones (t CO ₂ /ha)				Emisiones alcance 1 (t CO ₂ /ha)					Emisiones alcance 2
	Superficie total (ha)	PPBa (tCO ₂ /ha)	PPBve (tCO ₂ /ha)	Total remociones PPBa + PPBve (tCO ₂ /ha)	PPBf* (tCO ₂ /ha)	LCO ₂ (t CO ₂ /ha)	Emisiones fertilización (tCO ₂ /ha)	RAS (tCO ₂ /ha)	Total emisiones alcance 1 (tCO ₂ /ha)	Emisiones indirectas por energía (CO ₂ t/ha)
2024/25	9003,05	28,241	2,603	30,84	11,590	0,545	0,835	13,378	14,758	0,0107
2023/24	9145,87	26,566	2,794	29,36	10,839	0,531	0,796	13,244	14,571	0,0093
2022/23	8929,74	24,783	2,980	27,76	10,038	0,516	0,756	13,079	14,351	0,0093
2021/22	8377,30	24,668	3,006	27,67	9,987	0,515	0,753	13,083	14,350	0,0088
2020/21	8069,05	24,484	3,036	27,52	9,904	0,513	0,747	13,058	14,318	0,0084
2019/20	7569,15	25,702	2,913	28,61	10,447	0,522	0,772	13,068	14,363	0,0108
2018/19	7212,23	25,894	2,896	28,79	10,528	0,524	0,773	12,959	14,256	0,0143
2017/18	6880,40	26,580	2,828	29,41	10,832	0,529	0,787	12,941	14,257	0,0153
2016/17	6465,51	27,174	2,768	29,94	11,094	0,534	0,797	12,878	14,209	0,0130
2015/16	5805,91	28,831	2,608	31,44	11,838	0,547	0,833	13,018	14,398	0,0151
2014/15	5554,27	29,817	2,508	32,33	12,278	0,555	0,853	13,041	14,449	0,0143
2013/14	5242,32	31,321	2,355	33,68	12,949	0,567	0,884	13,074	14,525	0,0144

Campaña	Superficie total (ha)	PPBa (tCO ₂)	PPBve (tCO ₂)	Total remociones (tCO ₂)	PPBf (tCO ₂)	LCO ₂ (tCO ₂)	Emisiones fertilización (tCO ₂)	RAS (tCO ₂)	Total emisiones alcance 1 (tCO ₂)	Emisiones alcance 2 (tCO ₂)	Total emisiones (tCO ₂)
2013/2014	9003,05	254251,83	23436,12	277688,18	104348,17	4904,01	7518,29	120442,89	132866,23	96,49	132962,72
2014/2015	9145,87	242968,63	25549,92	268519,37	99132,79	4851,80	7283,42	121128,74	133265,03	85,46	133350,49
2015/2016	8929,74	221305,26	26614,08	247920,29	89637,60	4607,58	6752,08	116789,36	128149,96	83,37	128233,33
2016/2017	8377,30	206650,17	25185,45	231835,92	83665,75	4310,00	6304,39	109597,36	120212,84	73,87	120286,71
2017/2018	8069,05	197562,53	24499,17	222061,99	79919,18	4136,24	6029,31	105367,50	115533,76	67,90	115601,66
2018/2019	7569,15	194538,84	22052,37	216591,14	79074,16	3953,65	5842,78	98915,01	108712,19	81,67	108793,86
2019/2020	7212,23	186764,58	20888,47	207652,21	75930,75	3777,73	5576,17	93462,71	102816,98	103,10	102920,08
2020/2021	6880,40	182886,49	19460,66	202346,17	74529,22	3642,34	5411,72	89038,56	98092,88	104,98	98197,86
2021/2022	6465,51	175697,37	17898,09	193595,09	71728,02	3452,83	5153,39	83263,54	91869,69	83,74	91953,43
2022/2023	5805,91	167440,61	15141,87	182582,03	68750,83	3176,18	4835,22	75557,56	83569,25	87,39	83656,64
2023/2024	5554,27	165665,73	13929,8	179595,27	68217,26	3082,59	4739,04	72410,48	80232,38	79,26	80311,64
2024/2025	5242,32	164236,34	12335,71	176572,33	67904,80	2973,08	4636,74	68518,63	76128,60	75,53	76204,13
TOTAL 2013/2014 – 2024/2025		2359968,38	246.991,71	2.606.959,99	962838,5142	46868,03	70.082,55	1.154.492,34	1.271.449,79	1.022,7536	1.272.472

7.3 Remociones CO2 (2013–2025)

En este apartado se presentan los **resultados detallados de las remociones de CO₂** obtenidas en cada campaña evaluada, así como el **total acumulado del periodo de estudio**. Las remociones se han estimado a partir de la **Producción Primaria Bruta (PPBa)** y la **Productividad Primaria de vegetación espontánea (PPBve)**, que representan la fijación anual de carbono por la biomasa del cultivo.

El análisis independiente de las remociones permite:

- cuantificar la **capacidad anual de secuestro de carbono** del sistema productivo,
- identificar la evolución temporal de la fijación de CO₂,
- y evaluar el **aporte total de carbono removido** durante el conjunto del periodo analizado.

Esta presentación desagregada facilita la interpretación de la dinámica de crecimiento y productividad del cultivo, proporcionando una base sólida para el diseño de estrategias de gestión orientadas a maximizar la fijación de carbono.

El periodo de estudio abarca las campañas 2013/14 a 2024/25.

Campaña base: 2013/2014

Cálculo por campaña:

Campaña	Superficie total (ha)	PPBa (tCO ₂)	PPBve (tCO ₂)	Total remociones (tCO ₂)
2013/2014	9003,05	254251,83	23436,12	277688,18
2014/2015	9145,87	242968,63	25549,92	268519,37
2015/2016	8929,74	221305,26	26614,08	247920,29
2016/2017	8377,30	206650,17	25185,45	231835,92
2017/2018	8069,05	197562,53	24499,17	222061,99
2018/2019	7569,15	194538,84	22052,37	216591,14
2019/2020	7212,23	186764,58	20888,47	207652,21
2020/2021	6880,40	182886,49	19460,66	202346,17
2021/2022	6465,51	175697,37	17898,09	193595,09
2022/2023	5805,91	167440,61	15141,87	182582,03
2023/2024	5554,27	165665,73	13929,8	179595,27
2024/2025	5242,32	164236,34	12335,71	176572,33
TOTAL 2013/2014–2024/2025		2359968,38	246991,71	2606959,99

Componente	Símbolo	Descripción
Producción primaria bruta anual	PPBa	carbono total fijado en la producción primaria bruta anual
Producción primaria de vegetación espontánea	PPBve	carbono fijado por la cubierta vegetal

7.4 Emisiones CO2 (2013–2025)

El periodo de estudio abarca las campañas 2013/14 a 2024/25.

Campaña base: 2013/2014

Cálculo por campaña:

Campaña	Superficie total (ha)	LCO ₂ (tCO ₂)	Emisiones fertilización (tCO ₂)	RAS (tCO ₂)	Total emisiones alcance 1 (tCO ₂)	Emisiones alcance 2 (tCO ₂)	Total emisiones (tCO ₂)
2013/2014	9003,05	4904,01	7518,29	120442,89	132866,23	96,49	132962,72
2014/2015	9145,87	4851,80	7283,42	121128,74	133265,03	85,46	133350,49
2015/2016	8929,74	4607,58	6752,08	116789,36	128149,96	83,37	128233,33
2016/2017	8377,30	4310,00	6304,39	109597,36	120212,84	73,87	120286,71
2017/2018	8069,05	4136,24	6029,31	105367,50	115533,76	67,90	115601,66
2018/2019	7569,15	3953,65	5842,78	98915,01	108712,19	81,67	108793,86
2019/2020	7212,23	3777,73	5576,17	93462,71	102816,98	103,10	102920,08
2020/2021	6880,40	3642,34	5411,72	89038,56	98092,88	104,98	98197,86
2021/2022	6465,51	3452,83	5153,39	83263,54	91869,69	83,74	91953,43
2022/2023	5805,91	3176,18	4835,22	75557,56	83569,25	87,39	83656,64
2023/2024	5554,27	3082,59	4739,04	72410,48	80232,38	79,26	80311,64
2024/2025	5242,32	2973,08	4636,74	68518,63	76128,60	75,53	76204,13
TOTAL 2013/2014–2024/2025		46868,03	70082,55	1154492,34	1271449,79	1022,7536	1.272.472

7.5 Cálculo de otros indicadores

Campaña	Superficie total (ha)	KgCO2/Kg producido (tCO2)	KgCO2/árbol (tCO2)
2024/2025	9003,05	0,582	34,28
2023/2024	9145,87	0,514	30,77
2022/2023	8929,74	0,527	27,07
2021/2022	8377,30	0,401	27,01
2020/2021	8069,05	0,492	27,17
2019/2020	7569,15	0,514	29,38
2018/2019	7212,23	0,511	29,25
2017/2018	6880,40	0,481	30,38
2016/2017	6465,51	0,581	31,28
2015/2016	5807,59	0,605	33,46
2014/2015	5555,95	0,717	35,43
2013/2014	5243,99	0,716	37,85

7.6 Interpretación de resultados

Conclusiones

El análisis del conjunto de campañas evaluadas muestra un comportamiento climático **consistentemente favorable**, caracterizado por una elevada capacidad de **remoción de CO₂** y unos niveles de emisiones relativamente estables y controlados.

1. Alta capacidad de fijación de carbono del sistema productivo

A lo largo del periodo analizado, las remociones totales **ascienden a 2.606.960**

t CO₂, reflejando la fuerte contribución del cultivo como sumidero de carbono.

Las remociones anuales se mantienen en valores elevados.

Emisiones directas (alcance 1) estables y dentro de los valores esperados para cítricos

Las emisiones de alcance 1 muestran una **tendencia ligeramente descendente**. El conjunto del periodo **alcanza 1.271.450 CO₂**, con una distribución coherente entre fertilización, respiración del suelo y emisiones derivadas del uso de combustible.

2. Emisiones indirectas por energía (alcance 2) con impacto marginal

Las emisiones de alcance 2 representan una proporción **muy reducida** del total.

El resultado acumulado es de **1.022 t CO₂**, confirmando que el consumo energético asociado al riego constituye una **fuentes no material**, en línea con la literatura técnica y los umbrales de materialidad establecidos en la verificación.

3. Tendencia estable y resiliente

A pesar de las variaciones propias de cada campaña, el sistema muestra una **estabilidad notable** tanto en remociones como en emisiones. Esta consistencia refuerza la fiabilidad del modelo productivo y su alineación con prácticas de **mitigación y gestión sostenible del carbono**.

Los resultados obtenidos permiten concluir que:

- El cultivo de **mandarina Nadorcott** actúa como **sumidero agrícola sostenible**.
- Las **plantaciones adultas de riego localizado (PA, RL)** representan el **modelo óptimo** en términos de mitigación de emisiones.
- Las plantaciones jóvenes contribuyen al aumento del secuestro futuro conforme alcanzan su madurez productiva.
- La información obtenida mediante la **encuesta 2025** permitirá priorizar medidas de mejora en materia de fertilización, laboreo y gestión de residuos, que se desarrollarán en la **sección Plan de mejora y seguimiento**.

Nota técnica:

Los resultados aquí presentados han sido verificados y se muestran mediante la herramienta Power BI, que consolida los registros del inventario histórico y permite analizar la evolución por campaña.

La información utilizada para generar estos indicadores se encuentra verificada, trazable y actualizada con las inspecciones, las declaraciones de los productores y los registros de campo.

7.7. Incertidumbre y materialidad

El resultado global presenta una **incertidumbre estimada inferior al 5 %**, valor coherente con el nivel de **materialidad** definido para la verificación de conformidad conforme a la norma **UNE-EN ISO 14064-3:2019**.

Las fuentes principales de incertidumbre corresponden a la estimación de densidades de plantación en casos de fincas en las que no se haya realizado el conteo total de plantas de forma directa cada campaña.

El procedimiento de control de calidad y recálculo garantiza que el inventario mantenga una **precisión suficiente y verificable**, acorde con los estándares del *GHG Protocol*.

8. Validación y verificación

8.1 Objetivo de la verificación

El presente cálculo de emisiones y remociones de carbono del sistema productivo **Nadorcott** ha sido sometido a un proceso de **verificación independiente** por parte de la entidad acreditada **AENOR CONFIA SLU**, de conformidad con la **Norma UNE-EN ISO 14064-3:2019 – Gases de efecto invernadero. Parte 3: Especificación con orientación para la verificación y validación de declaraciones de GEI**.

El objetivo de la verificación es:

- Confirmar que el cálculo de emisiones alcance 1 y 2 y remociones se ha elaborado conforme a los principios del *GHG Protocol* (relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión).
- Evaluar la **veracidad, exactitud y trazabilidad** de los datos de entrada, procedimientos de cálculo y resultados reportados.
- Emitir una **opinión independiente de conformidad**, bajo un **nivel de aseguramiento limitado** y un **umbral de materialidad del 5 %**, tal como se establece en la propuesta de AENOR CONFIA SLU.

8.2 Alcance de la verificación

La verificación cubrirá el conjunto de **operaciones agrícolas** asociadas a la producción de mandarina **Nadorcott** en España y Portugal, en el periodo **2013/14 – 2024/25**, incluyendo:

- La **revisión del sistema de información** gestionado por VisualNACert.
- La **verificación de datos de actividad** (superficie, edad, densidad, tipo de riego) procedentes de inspecciones y encuestas.
- La **evaluación de la metodología de cálculo** basada en el **protocolo IVIA-CarbonFT** y sus coeficientes B_CO₂.
- La **revisión de la trazabilidad documental y digital** del inventario dentro de la plataforma VISUAL.
- La **confirmación de los resultados agregados** y su correspondencia con los valores publicados en el informe.

El alcance queda limitado al **alcance 1 y 2 del GHG Protocol**

8.3 Proceso de verificación

El proceso de verificación se desarrollará en tres fases principales:

Fase I. Revisión documental y análisis preliminar

Fase II. Verificación en gabinete

Fase III. Verificación in situ

Durante la verificación, AENOR CONFIA SLU puede acceder a toda la documentación relacionada con el proyecto de carbono, a la plataforma digital VISUAL CVVP, a las bases de datos y al cuadro de mando Power BI para revisar de manera interactiva los valores históricos, la clasificación de plantaciones y la trazabilidad entre registros. Este soporte digital facilita la verificación cruzada de datos y mejora la transparencia del proceso.

8.4 Evaluación de la conformidad

Tras completar las fases de verificación, AENOR CONFIA SLU elaborará un **informe de hallazgos** en el que se evaluará:

- La **concordancia entre los datos fuente, los cálculos y los resultados reportados**.
- El **grado de cumplimiento de los principios del GHG Protocol**.
- La **idoneidad del sistema de gestión de datos y trazabilidad VISUAL** como soporte del inventario de carbono
- El **nivel de incertidumbre** global del cálculo y su alineación con el umbral de materialidad del 5 %.

- El sistema desarrollado por visualNACert es **verificable en su trazabilidad completa**, desde el dato de las plantaciones hasta el cálculo final.
- La auditoría realizada permite emitir una **opinión de verificación**, validando el resultado global.

9. Plan de mejora y seguimiento

9.1 Objetivo del plan

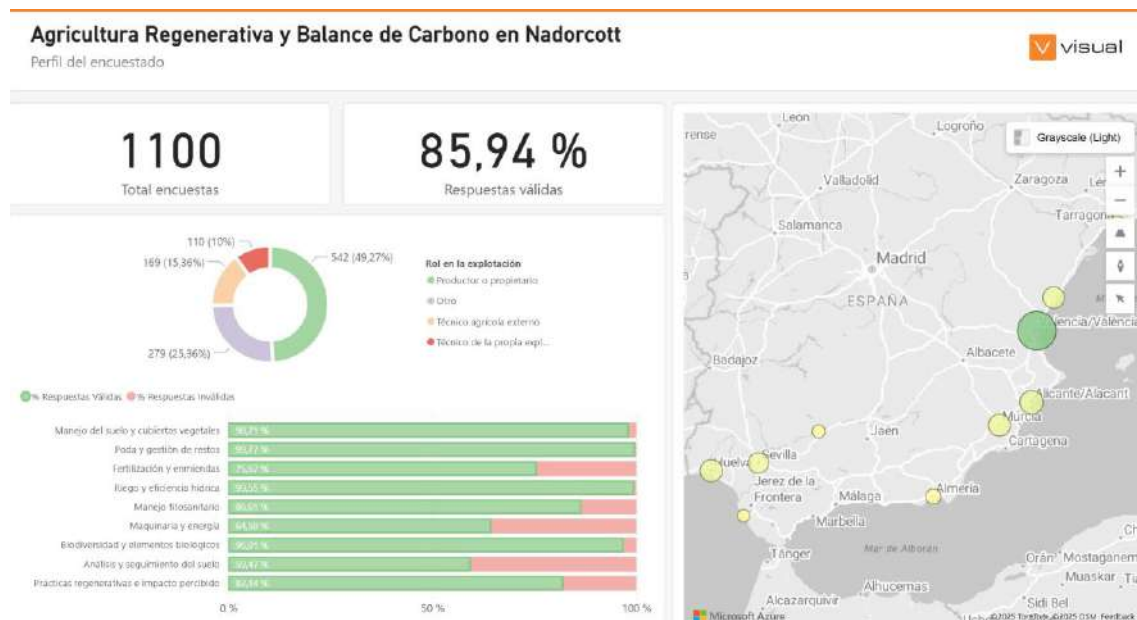
El presente plan tiene como finalidad **establecer las líneas de acción y seguimiento continuo** derivadas de los resultados del informe de carbono de la variedad **Nadorcott**, con el propósito de:

- Consolidar la condición de **sumidero agrícola neto** del sistema productivo.
- Reducir progresivamente las **emisiones directas** de gases de efecto invernadero (GEI).
- Fomentar prácticas de **agricultura de carbono** que aumenten la fijación y almacenamiento de carbono en suelo y biomasa.
- Facilitar el **seguimiento y verificación periódica** de los avances obtenidos en las campañas posteriores.

Este plan se sustenta en la información generada por el resultado de la verificación, las **inspecciones agronómicas** y la **encuesta de carbono 2025**, la cual constituye la **línea base de diagnóstico** sobre las prácticas de manejo actuales.

9.2 Diagnóstico inicial

De acuerdo con los resultados de la encuesta 2025 y el análisis del inventario, se identifican los siguientes aspectos clave del sistema Nadorcott:



Manejo del suelo y cubiertas vegetales, con predominancia de mantnimiento de cubierta vegetal espontánea

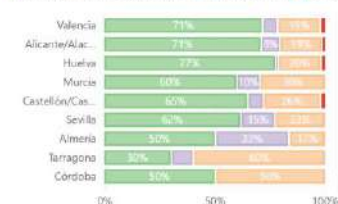
Agricultura Regenerativa y Balance de Carbono en Nadorcott

Manejo del suelo y cubiertas vegetales



Tipo de laboreo realizado en los últimos 3 años

● No laboreo ● Mínimo laboreo (sin vdt) ● Laboreo convencional ● No lo sé



¿Durante cuántos meses al año se mantiene la cubierta vegetal viva?

● Todo el año ● 3-2 ● 3-4 ● 7-10 ● No lo sé

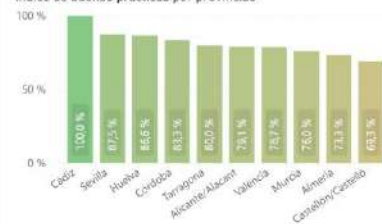


Índice de buenas prácticas

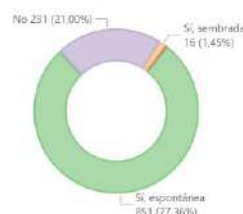
Calculado a partir del tipo de laboreo, y la estabilidad y duración de la cubierta vegetal viva.



Índice de buenas prácticas por provincias



¿Se mantiene cubierta vegetal viva entre las filas?



% Explotaciones en las que no se realiza laboreo convencional

76,7 %

% Explotaciones con cubierta vegetal viva

78,8 %

Poda y gestión de restos de poda, con una mayoría de triturado e incorporación al suelo

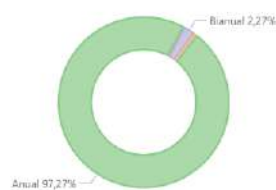
Agricultura Regenerativa y Balance de Carbono en Nadorcott

Poda y gestión de restos



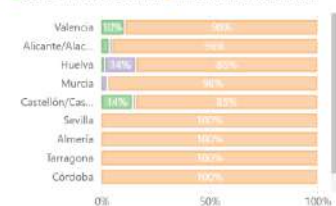
Frecuencia de poda

● Anual ● Bimodal ● No lo sé ● Solo poda de formación

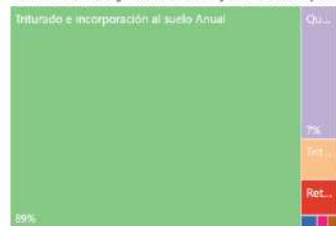


Gestión de restos de poda

● Quema ● Retirado de la parcela ● Triturado e incorporación al suelo



Correlación entre gestión de restos y frecuencia de poda

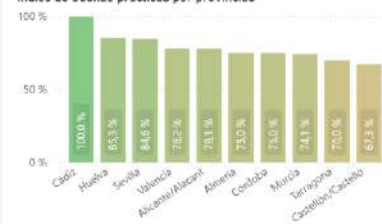


Índice de buenas prácticas

Calculado a partir de la frecuencia de poda y la gestión de restos.



Índice de buenas prácticas por provincias



Fertilización y enmiendas, predominando la combinación de fertilización química y verde

Agricultura Regenerativa y Balance de Carbono en Nadorcott

Fertilización y enmiendas



Tipo de fertilización principal

● Solo fértil... ● Combinaci... ● Combinaci... ● Solo fértil... ● No lo sé



¿Aplica abonos verdes, compost o estiércol?

● Abonos verdes... ● Compost... ● Estiércol... ● No... ● No lo sé



Cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado (kg N/ha/año)

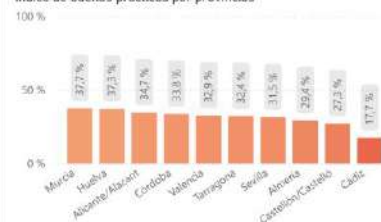


Índice de buenas prácticas

Calculado a partir del tipo de fertilización, el uso de abonos verdes y la cantidad de nitrógeno aplicado.



Índice de buenas prácticas por provincias



Riego y eficiencia hídrica, predominando ampliamente el sistema de riego localizado

Agricultura Regenerativa y Balance de Carbono en Nadorcott

Riego y eficiencia hídrica



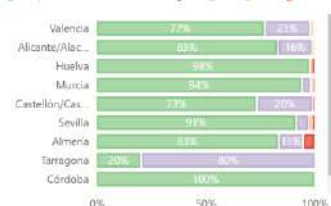
Sistema de riego utilizado

● Goteo... ● Manta... ● No lo sé



Origen del agua

● Solo procedente de Comunidad de regant... ● Pozo... ● Bahías... ● No lo sé

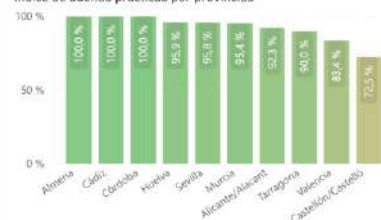


Índice de buenas prácticas

Calculado a partir del sistema de riego y el uso de técnicas eficientes.



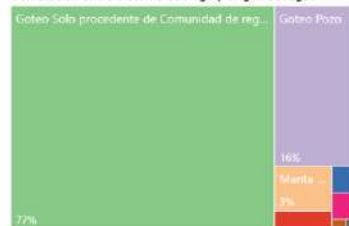
Índice de buenas prácticas por provincias



¿Utiliza técnicas de riego eficiente?

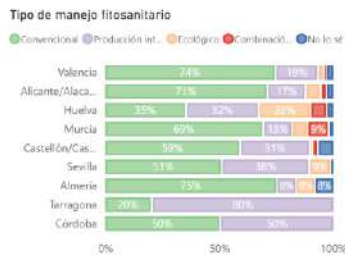


Correlación entre sistema de riego y origen del agua



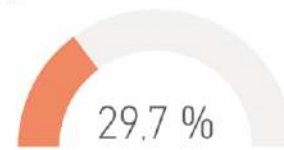
Manejo de fitosanitarios, con variabilidad entre 1 a 6 tratamientos por campaña, predominando el modelo convencional.

Manejo fitosanitario



Índice de buenas prácticas

Calculado a partir del tipo de manejo fitosanitario, el nº de tratamientos y el volumen de caldo utilizado.



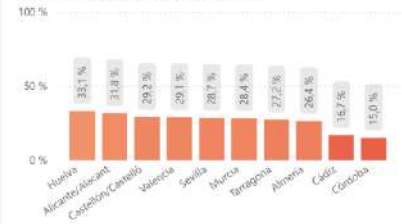
Nº de tratamientos fitosanitarios por campaña



Correlación entre nº de tratamientos y volumen de caldo/ha



Índice de buenas prácticas por provincias



Biodiversidad, especialmente favorecida por el mantenimiento de cubiertas vegetales y la instalación de refugios y la suelta de fauna auxiliar

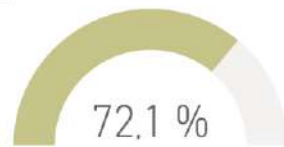
Agricultura Regenerativa y Balance de Carbono en Nadorcott

Biodiversidad y elementos biológicos

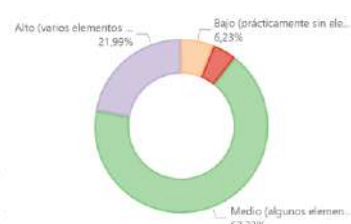
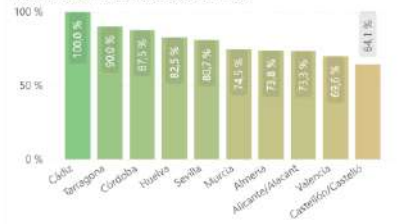


Índice de buenas prácticas

Calculado a partir del nivel de biodiversidad y la toma de acciones de potenciación de fauna auxiliar.



Índice de buenas prácticas por provincias



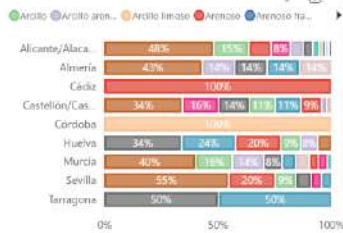
Análisis y seguimiento del suelo, realizándose de media cada 2 o 3 años

Agricultura Regenerativa y Balance de Carbono en Nadorcott

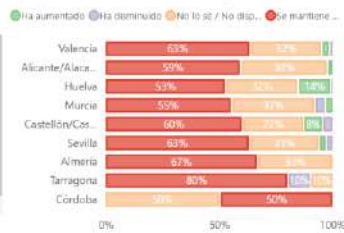
Análisis y seguimiento del suelo



Textura del suelo



Percepción del cambio en materia orgánica

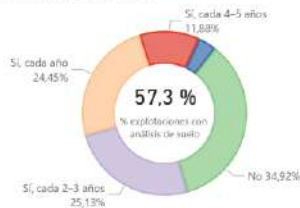


Índice de buenas prácticas

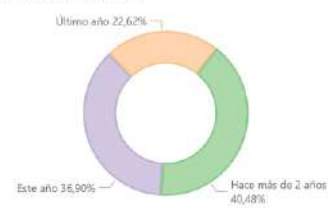
Calculado a partir de la periodicidad de análisis de suelo



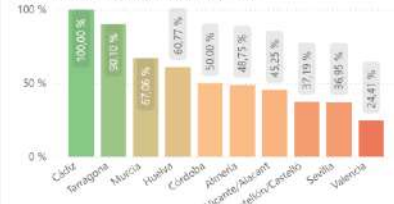
Análisis de suelo periódico



Fecha del último análisis



Índice de buenas prácticas por provincias



Prácticas regenerativas e impacto percibido

Agricultura Regenerativa y Balance de Carbono en Nadorcott

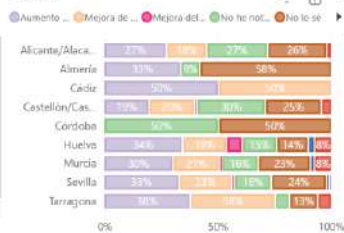
Prácticas regenerativas e impacto percibido



Prácticas regenerativas



Impacto

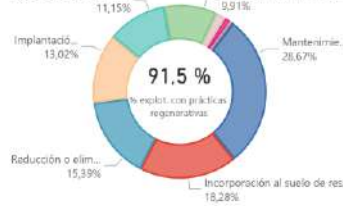


Índice de buenas prácticas

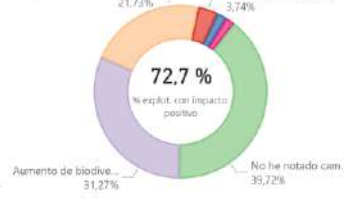
Calculado a partir del nivel de biodiversidad y la toma de acciones de potenciación de fauna auxiliar



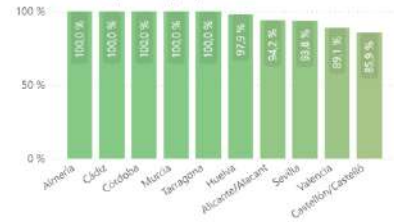
Uso de técnicas avanza...



Mejora de la fertilidad del s...



Índice de buenas prácticas por provincias



Conclusiones

Estos resultados evidencian una **base sólida en eficiencia hídrica**, pero también **oportunidades de mejora en fertilización, manejo del suelo y biomasa residual**.

2. Elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Carbono (2026)

Se elaborará un Manual de Buenas Prácticas orientado a reducir emisiones directas e indirectas y a mejorar la eficiencia en el uso de recursos. El documento incluirá recomendaciones operativas sobre manejo del suelo, riego, fertilización, gestión energética y prácticas conservacionistas. Su difusión se realizará mediante jornadas técnicas, materiales divulgativos o sesiones formativas dirigidas a productores y técnicos.

3. Mejora del Registro de Insumos en VISUAL CVVP (2026)

Se desarrollará un módulo específico para el registro estructurado de fertilizantes, combustibles, energía y otros insumos relevantes. Este módulo permitirá estandarizar la captura de datos, automatizar cálculos de emisiones y reducir errores derivados del registro manual.

4. Gestión del Suelo y Aumento del Carbono Orgánico (2026–2028)

Se promoverán prácticas dirigidas a incrementar la materia orgánica y mejorar la capacidad de secuestro de carbono en el suelo. Las principales actuaciones incluyen el establecimiento de cubiertas vegetales (espontáneas o sembradas), la reducción del laboreo y la incorporación selectiva de enmiendas orgánicas. Se implantará un seguimiento anual de la evolución del carbono orgánico mediante análisis de parcelas seleccionadas.

5. Optimización de la Fertilización (2026–2027)

Basándose en las recomendaciones del IVIA, se fomentará una fertilización ajustada a las necesidades reales del cultivo, priorizando el uso eficiente del nitrógeno y la reducción de pérdidas por lixiviación, nitrificación y volatilización. Se promoverá el uso de la fertirrigación como herramienta para mejorar la eficiencia y disminuir las emisiones indirectas asociadas al uso de fertilizantes nitrogenados.

9.4 Indicadores de seguimiento

Para evaluar el progreso del plan y verificar la eficacia de las medidas implementadas, se establecerá un conjunto de **indicadores clave de desempeño (KPIs)** que permitirán realizar un seguimiento anual de la evolución de las emisiones y de la eficiencia en el uso de recursos. Estos indicadores facilitarán la toma de decisiones, la identificación de áreas de mejora y la valoración del impacto de las prácticas agronómicas adoptadas.

Los principales indicadores propuestos son:

- **Emisiones totales por hectárea (tCO₂e/ha):** indicador central para monitorizar la evolución del inventario GHG.

- **Eficiencia en el uso del nitrógeno (kg N/t):** relación entre nutrientes aportados y producción obtenida, asociada a emisiones directas e indirectas.
- **Materia orgánica del suelo (%):** parámetro clave para evaluar el carbono orgánico y la sostenibilidad del manejo del suelo.
- **Uso de fertilizantes nitrogenados (kg N/ha):** seguimiento del aporte total de N para evaluar ajustes en la fertilización.

Estos indicadores serán revisados anualmente y permitirán valorar la efectividad del plan, detectar desviaciones y ajustar las estrategias de mejora en función de la evolución observada.

9.5 Calendario de implementación y revisión

Etapas - Periodo	Acciones
Etapas I – Inicio (2025)	Implementación del modelo actual de cálculo de emisiones y remociones de carbono IVIA
Etapas II – Optimización (2026/2027)	Mejora del modelo de cálculo de emisiones y remociones de carbono de la variedad de mandarina tardía Nadorcott. Nueva auditoría de emisiones y remociones con la actualización de los resultados de la campaña 2026/2027 Cálculo de la variación de emisiones y establecimiento de objetivos de reducción.
Etapas III – Madurez y verificación (2028 en adelante)	Evaluación integral del impacto del plan, nueva auditoría de emisiones y remociones con la actualización de los resultados de la campaña 2027/2028

9.6 Plan de mejora

VisualNACert y el CVVP se comprometen a:

- Revisar las propuestas y la ejecución del plan.
- Comunicar los avances y resultados a los productores asociados
- Animar a los productores a facilitar y/o actualizar datos de actividad de consumo de fertilizantes, gasoil y energía eléctrica para afinar el cálculo. Se incluirá la petición de estos consumos en la encuesta a los agricultores en la campaña 2026/2027 y siguientes.
- Elaborar una guía de recomendaciones de reducción de emisiones y difundirla entre los productores de Nadorcott para la campaña 2026/2027

- Establecer objetivos de reducción de emisiones coherentes y alcanzables en la campaña 2026/2027 acordes a las recomendaciones de reducción de emisiones que se trasladen a los productores.
- Poner los datos a disposición de **AENOR CONFIA SLU** y del **IVIA**, garantizando transparencia, trazabilidad y mejora continua.
- Mantener actualizado el sistema de registro y cálculo de emisiones y remociones de visualnacert y los cuadros de mando Power BI, lo que permitirá monitorizar de forma continua el cumplimiento de los objetivos y visualizar la evolución.

9.7. Integración en futuros inventarios

Los resultados derivados del presente Plan de Mejora y Seguimiento se integrarán en los inventarios anuales de GEI del sistema Nadorcott y se tendrán en cuenta en las campañas posteriores.

Este proceso de retroalimentación entre las inspecciones, el seguimiento de indicadores y el cálculo de emisiones y remociones anuales, garantiza la coherencia metodológica y la mejora progresiva del desempeño climático del sistema productivo.

9.8 Conclusión del plan

El **Plan de Mejora y Seguimiento** constituye una herramienta estratégica para consolidar el liderazgo del sistema Nadorcott en la **gestión responsable del carbono agrícola**. La combinación de eficiencia hídrica, manejo sostenible del suelo y trazabilidad digital pretende una reducción de emisiones.

Elemento	Descripción
Finalidad	Aumentar la fijación y reducir emisiones directas de GEI estableciendo objetivos anuales a partir de la campaña 2026/2027.
Horizonte de seguimiento	De la campaña 2013/2014 a la campaña 2027/2028
Responsable de implementación	VisualNACert y CVVP
Entidad verificadora	AENOR CONFIA SLU
Indicadores principales	tCO ₂ /ha, tCO ₂ /campaña, tCO ₂ total, tCO ₂ /kg
Objetivo global	Consolidar el sistema Nadorcott como sumidero agrícola neto de carbono

10. Referencias

Almagro et al. (2017): Almagro, M., García-Franco, N., de Vente, J., Boix-Fayos, C., & Martínez-Mena, M. (2017). Soil CO₂ efflux partitioning in semiarid citrus orchards under different irrigation regimes. *Geoderma*, 307, 74–84.

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.07.033>

Iglesias, D. J., Quiñones, A., Martínez-Alcántara, B., Forner-Giner, M. A., Legaz, F., & Primo-Millo, E. (2011). *El papel de los cítricos en la mitigación del cambio climático: una aproximación al estudio de su huella de carbono*. *Levante Agrícola*, **407**, 204-215.

Iglesias, D. J., Quiñones, A., Martínez-Alcántara, B., Legaz, F., Forner-Giner, M. A., & Primo-Millo, E. (2012). *La huella de carbono de las plantaciones de cítricos*. *Vida Rural*, (352), 30–35.

Iglesias, D. J., Quiñones, A., Font, A., Martínez-Alcántara, B., Forner-Giner, M. A., Legaz, F., & Primo-Millo, E. (2013). *Carbon balance of citrus plantations in Eastern Spain*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 171, 103–111.

Liguori, G., Gugliuzza, G., Inglese P. Evaluating carbon fluxes in orange orchards in relation to planting density. *The Journal of Agricultural Science*. 2009;147(6):637-645. doi:10.1017/S002185960900882X

Quiñones, A., Martínez-Alcántara, B., Font, A., Forner-Giner, M. A., Legaz, F., Primo-Millo, E., & Iglesias, D. J. (2013). *Allometric Models for Estimating Carbon Fixation in Citrus Trees*. *Agronomy Journal*, **105**(5), 1355–1366.

IVIA (2012, 2016): *Balance de carbono en plantaciones de cítricos en el este de España*.

MAPA (2021): *Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático. Estado del conocimiento*. El análisis de ciclo de vida realizado por el MAPA muestra que:

Novara et al. (2009): Novara, A., Ruhl, J., & La Mantia, T. (2009). Evaluating carbon fluxes in orange orchards in relation to planting density. *The Journal of Agricultural Science*, 147(4), 399–407. <https://doi.org/10.1017/S0021859609008573>

IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 4: AFOLU, Ch. 11 – N₂O from Managed Soils*. IPCC (2019). *Refinement to the 2006 Guidelines*. Ch11.

<https://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?idFicha=5>

ANEXO 1

Listado de plantaciones nadorcott, emisionesalcance 1, emisiones alcance 2 y remociones. Excel.