

Potenciación de sumideros de carbono mediante tecnologías y soluciones basadas en la naturaleza. Presentación del Proyecto C-Sink

J. Rianza¹, A. Rodriguez¹, C.O'Neill¹, J.V. Nava², S. Cuesta-Lopez²

¹Global Factor International Consulting. Colon De Larreategui 26, 1º Ab, 48009 - Bilbao, Vizcaya, España.

²Fundación ICAMCYL. Polígono Industrial El Bayo 19, 24064 Cubillos del Sil, León, España.

jriaza@globalfactor.com

Palabras clave: captura de CO₂, sumideros de carbono, mercado voluntario de carbono

Introducción

Objetivos EU

La Legislación Europea sobre el Clima hace de la consecución del objetivo climático de reducir las emisiones de la UE en al menos un 55 % de aquí a 2030. Los países miembros de la UE están trabajando en una nueva legislación para alcanzar este objetivo y lograr que la UE sea climáticamente neutra de aquí a 2050.

El paquete de medidas «Fit for 55» [1] es un conjunto de propuestas encaminadas a revisar y actualizar la legislación de la UE y poner en marcha nuevas iniciativas con el objetivo de:

- Garantizar una transición equitativa y socialmente justa;
- Mantener y reforzar la innovación y la competitividad de la industria de la UE garantizando al mismo tiempo unas condiciones de competencia equitativas con respecto a los operadores económicos de terceros países;
- Sostener la posición de liderazgo de la UE en la lucha mundial contra el cambio climático.

Mercado voluntario de carbono

Los mercados de carbono se dividen en regulados y voluntarios. En los mercados regulados la autoridad competente determina el límite de emisiones en los sectores afectados (por ejemplo; el energético, industriales, agricultura, ganadería y otros usos del suelo). Una vez determinado, expide una cantidad finita de derechos de emisión y permite a los agentes intercambiar tales derechos o reducir emisiones fuera del sistema, a través de proyectos de reducción de emisiones, los denominados créditos de carbono. El principal mercado regulado es el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU ETS) [2] que cubre alrededor del 40 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la UE.

Los mercados voluntarios de carbono aglutinan varias iniciativas donde los agentes participan voluntariamente en la generación o en la compra y compensación de créditos de carbono. Para garantizar una compensación legítima de emisiones, los proyectos que los originan deberán cumplir unos requisitos mínimos en cuanto al estándar que los respalda, la tecnología que los origina, el vintage de los activos, refiriéndose al año de emisión de los créditos, la ubicación del proyecto y su contribución al desarrollo sostenible y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas.

Ciclos de carbono sostenibles y marco de certificación de absorción de carbono atmosférico

En diciembre de 2021, la Comisión Europea (CE) adoptó la Comunicación “Sustainable Carbon Cycles” [3], que establece un plan de acción sobre cómo desarrollar soluciones sostenibles para aumentar las absorciones de carbono. Esta comunicación se centra en tres pilares:

1. Carbon farming: incluye prácticas de captura de carbono a partir de soluciones basadas en la naturaleza entre las que se incluyen la forestación, reforestación, agroforestería, uso de cultivos intermedios, cultivos de cobertura, labranza de conservación y restauración de turberas y humedales.
2. Carbono industrial sostenible: el carbono capturado a partir de soluciones industriales es referido al Carbon Capture and Storage (CCS) y Carbon Capture and Utilization (CCU). Estas prácticas conllevan la captura de carbono atmosférico para su utilización en otros procesos industriales o su almacenamiento a largo plazo.
3. Marco de certificación de remociones de carbono: Para incentivar un mercado voluntario de carbono robusto y transparente se establece un marco de certificaciones para regular las remociones provenientes tanto de soluciones basadas en la naturaleza como industriales. La propuesta de marco regulatorio publicada en noviembre de 2022 se centra en establecer cuatro pilares que aseguren la calidad de las remociones a partir de los siguientes criterios:
 - Cuantificación: únicamente se obtendrán créditos a partir de las absorciones netas que se produzcan teniendo en cuenta la línea de base, emisiones del proyecto y posibles fugas.

- Adicionalidad: Las absorciones de carbono deberán ser adicionales de forma que cumplan con los criterios de adicionalidad financiera y jurisdiccional
- Almacenamiento a largo plazo: Una actividad de absorción de carbono tendrá como objetivo garantizar el almacenamiento de carbono a largo plazo.
- Sostenibilidad: Una actividad de absorción de carbono tendrá un impacto neutro o generará co-beneficios para distintos objetivos de sostenibilidad.

Estas iniciativas nacen debido a que mercado voluntario de carbono actual es un mercado autorregulado basado en un mosaico insatisfactorio de verificación por parte de terceros de las extracciones logradas en sitios individuales. El sector ha sido influenciado negativamente por la falta de regulación y estándares de alta calidad. Esto ha permitido que los créditos de carbono de baja calidad ingresen al mercado, reduciendo la credibilidad y los precios a niveles en los que las extracciones permanentes de alta calidad no pueden competir. Los Estados miembros necesitan que la CE intervenga para impulsar un mercado transparente y adecuadamente regulado para la entrega de CDR de alto grado.

El proyecto Europeo C-SINK

C-SINK es un proyecto europeo para impulsar la eliminación de CO₂ atmosférico (CDR) a gran escala y ayudar a mantener el aumento de la temperatura por debajo de los 2 °C (idealmente 1,5 °C) a través de siete tecnologías (CDR T). El consorcio C-SINK incluye organizaciones de 11 países con habilidades y experiencia complementarias en las diferentes tecnologías CDR, la redacción de estándares CEN e ISO, leyes climáticas, comercio de carbono y en todos los temas ambientales y sociales relevantes. El propósito del proyecto C-SINK es entregar a la CE un paquete completo de propuestas elaboradas para respaldar un marco legal/regulatorio europeo nuevo o modificado para traer CDR de alta calidad al mercado. Ese paquete contendrá pre-estándares (en formato CEN) que cubrirán los requisitos y metodologías para el muestreo, las pruebas y el SGC (ISO9000) sobre los cuales construir sistemas de monitoreo, informes y verificación. También incluirá propuestas para cubrir (a) cuestiones ambientales, de impacto social y de gobernanza, y (b) los medios para generar confianza en el mercado. Esto alentará a los empresarios a demostrar proyectos de CDR efectivos y seguros para incentivar a realizar grandes inversiones, lo que permitirá que el mercado evolucione para enfrentar la crisis climática.

Metodologías y Tecnologías incluidas en C-SINK (CDR-T en C-SINK)

El Consorcio de C-SINK liderado por Fundación ICAMCYL llevó a cabo una revisión exhaustiva del abanico de CDR-T disponibles, basándose en reportes tecno económicos externos, así como ensayos a escala de laboratorio, plantas pilotos, investigaciones y evaluaciones propias de socios del Consorcio. Entre las tecnologías revisadas destacan: Aforestación y reforestación (AR), biocarbón (BC), secuestro de carbono en el suelo (SCS), meteorización mejorada (EW), fertilización de los océanos (OF), bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS), captura y almacenamiento directo de carbono en el aire (DACCS), entre otros. Sin embargo, el Consorcio coincide en que existe una alta incertidumbre alrededor de la CDR-T debido principalmente a:

- El nivel actual de comprensión tecnológica de CDR.
- La adopción de tecnologías CDR en políticas ambientales y controles regulatorios efectivos.
- La capacidad de integración de CDR en marcos comercialmente viables.

Todas estas CDR-T mencionadas anteriormente fueron debidamente evaluadas por el consorcio C-Sink en términos de sus potenciales de compensación de carbono, permanencia, impactos ambientales y sociales, costes, así como su potencial a gran escala. En base a esto, finalmente se seleccionaron siete CDR-T, las cuales son mencionadas a continuación:

1. Biological CO₂ fixation (BCO₂): Las bacterias autótrofas sintetizan todas sus células constituyentes usando CO₂ como Fuente de de carbono. Sin embargo, estudios recientes refieren que los microorganismos heterótrofos son candidatos más prometedores, ya que la fijación del CO₂ es significativo. Dichas bacterias son capaces de consumir CO₂ e incorporarlos a sus metabolismos durante los procesos de bioremediación y biofertilización. La ocurrencia de la fijación heterótrofa de CO₂ por parte de los microorganismos del suelo ha sido probado previamente en varios suelos minerales y artificiales. Los resultados sugieren que la fijación heterótrofa de CO₂ podría ser generalizado, mostrando la importancia de la fijación heterótrofa e indicando un camino para maximizar la fijación de carbono que debe incluirse en los MRV relacionados con la gestión del suelo, la tierra y los cambios en el uso de la tierra.

En C-SINK se llevarán a cabo estudios de casos en tres países diferentes (Alemania, Eslovaquia y Croacia) en el área de operaciones industriales de biolixiviación que producen bacterias autótrofas y heterótrofas, así como microalgas a escala industrial en cooperación con agricultores locales para entregar los datos necesarios y mejorar el TRL.

2. Afforestation (AF): C-SINK estudiará los límites para un escalado alto y las mejores prácticas para llegar al máximo potencial de almacenamiento, junto con los máximos beneficios ambientales en términos de biodiversidad y servicios ecosistémicos. Además, se centrará en los posibles conflictos sobre el uso de la tierra y revisará las mejores prácticas para equilibrar y optimizar la silvicultura, explotación y CDR. El desarrollo de MRV tendrá en cuenta los estándares actualmente disponibles, analizando su debilidad y amenazas.

Asimismo, C-SINK llevará a cabo una revisión profunda de las técnicas de monitoreo de última generación basadas en sensores remotos y satelitales, las cuales se basan en mediciones no invasivas se probarán en áreas públicas y privadas en varios casos de estudio, incluyendo antiguas áreas industriales/mineras (ahora forestadas) en Virumaa y Harjumaa (Estonia) y Jaralón (España) a través de la recopilación de datos en el campo para desarrollar indicadores y parámetros clave de MRV para validar los modelos del sistema.

3. Biochar (BC): El sistema MRV para el BC en C-SINK se probará en dos escenarios reales para la producción de BC con diferentes modelos. Uno proporcionado por el socio Imflorestal (IMF) y otro por Pyrogenesys (PYR), con instalaciones industriales en Portugal y Reino Unido respectivamente. También se llevará a cabo trabajo de campo para probar metodologías con la finalidad de evaluar la incorporación de BC en el suelo y el potencial impacto basado en un caso de estudio en Turquía, donde la adición de BC a los suelos agrícolas se ha probado durante ocho años.

4. Biochar con BECCS y CCS: La integración de la producción de biocarbón con la recuperación de energía a partir de fuentes sostenibles de biomasa con CCS parece ser una tecnología de emisiones negativas prometedora. Además, la UED ha demostrado que la co-pirólisis de biomasa y la ceniza de madera aumenta la eficiencia de conversión de carbono, lo que reduce costos de reducción de CO2 usando BC. La ceniza de madera es rica en potasio, que se sabe que cataliza la formación de BC, resultando en mayores rendimientos de carbono secuestrado.

C-SINK se enfocará en mediciones experimentales proporcionadas por la planta piloto instalada en el Centro de Biochar de la Universidad de Edimburgo en Reino Unido para el caso de Biochar+CCS, mientras que para BECCS, C-SINK cuenta con dos casos de estudios proporcionados por DRAX Power y Stockholm Exergi en Suecia.

5. Artificial soils (AS): Los suelos construidos a partir de un conjunto adecuado de materiales pueden almacenar grandes cantidades de C con el tiempo y secuestrar C adicional mediante el fomento de la actividad biológica (principalmente el crecimiento de la vegetación) en tierras marginales o terrenos baldíos.

C-SINK realizará una prueba a escala piloto en la mina de dunita de Pasek en Galicia, España para el estudio y recopilación de datos necesarios para el modelado y validación, así como para hacer un balance de costo-beneficio para evaluar la viabilidad económica de esa tecnología. Además, esos datos apoyarán la creación de una metodología MRV para abordar la absorción de carbono y la permanencia en formas estables en suelos artificiales.

6. Meteorización mejorada (EW) de residuos de roca alcalina-silicatada (ASWR) y relaves: Esta investigación se centrará en la caracterización mineralógica, geoquímica y morfológica de los residuos (ASWR). Asimismo, se incluirá la evaluación geoquímica y el modelado de las implicaciones potenciales de EW y carbonatación mineral para (a) características de drenaje de desechos mineros y (b) implicaciones para el uso final. Adicionalmente, la evaluación de ASWR también cubrirá (a) la molienda y los tratamientos previos, (b) las variaciones situacionales, incluida la coincidencia de las disponibilidades de ASWR y CO2, (c) el potencial de permanencia geoquímica y (d) la más amplia implicación de los CDR en este sector. Esto permitirá una evaluación completa de la integración de CDR adecuados tecnologías en las operaciones mineras. Posteriormente, dicha evaluación se utilizará, junto con las pruebas de campo planificadas en la mina Boliden Kevitsa, para desarrollar pre-estándares para MRV.

Finalmente, C-SINK explorará algunas combinaciones o sinergias entre diferentes enfoques de CDR y sus metodologías de MRV. Los ensayos cubrirán tres sinergias ya detectadas: (a) construcción de suelos artificiales con/sin BC en Pasek; (b) BC mejorado con la adición de ceniza de madera; y (c) EW combinado con BECCS a través de sorción Gasificación mejorada, una conversión de biomasa prometedora y tecnología CCS que puede producir gas de síntesis junto con la captura de CO2 in situ. Además, C-SINK proporcionará recomendaciones para dichas combinaciones entre algunas tecnologías CDR así como identificar barreras tecnológicas y mejoras potenciales.

C-SINK espera llevar a cabo y obtener los siguientes resultados, así como impactar en diferentes sectores estratégicos (Figura 1):

- 7 tecnologías CDR con TRL 8 con su correspondiente metodología, y estandarización;
- La parametrización de 7 CDR, limitaciones, así como la estimación de costos, impacto socioambiental, y la investigación del efecto dominó de cada tecnología;
- Metodologías para el monitoreo de CDR y pruebas de verificación, primero en pruebas de laboratorio y de campo, proporcionando datos comparables de opciones de eliminación de carbono y luego a escala industrial para estimar el costo de las operaciones de las empresas mineras, las empresas de biocarbón y de ingeniería mediante evaluaciones tecno económicas para comparar las diferentes opciones de CDR.
- Pre-estándares de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) para 7 tecnologías CDR.
- Creación de una nueva agrupación/comunidad virtual llamada Hélice de eliminación de CO2 (CDR Helix) como estrategia de comunicación, diseminación y explotación de los resultados de C-SINK durante y después del proyecto.



Figura 1. Impacto de C-SINK en los principales sectores estratégicos.

Proyectos de reforestación como sumideros de carbono

El equipo consultor de Global Factor cuenta con una amplia experiencia en el desarrollo de herramientas de cálculo de absorciones y MRV y aplicará estos conocimientos en el desarrollo de herramientas para conseguir un sistema de certificación de carbono robusto y transparente. El cálculo de absorciones de CO2 se realiza en base a los datos de inventario sobre las reforestaciones en cuanto a especies, superficie plantadas y año de plantación de los ejemplares, así como los tratamientos realizados en el terreno. La estimación de las emisiones de GEI asociadas a los usos del suelo se lleva a cabo cuantificando la diferencia entre la cantidad de carbono existente en los reservorios al final del año de cálculo respecto a la cantidad inicial de carbono que había al inicio del año de cálculo, tal y como se muestra en la Figura 2 y calculada mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta C = C_{AB} + C_{BB} + C_{DW} + C_{LI} + C_{SO} + C_{HWP}$$

Donde: C = Cambio en las existencias de carbono

- AB = Biomasa aérea
- BB = Biomasa subterránea
- DW = Madera Muerta
- LI = Hojarasca
- SO = Suelos
- HWP = Productos de madera recolectada

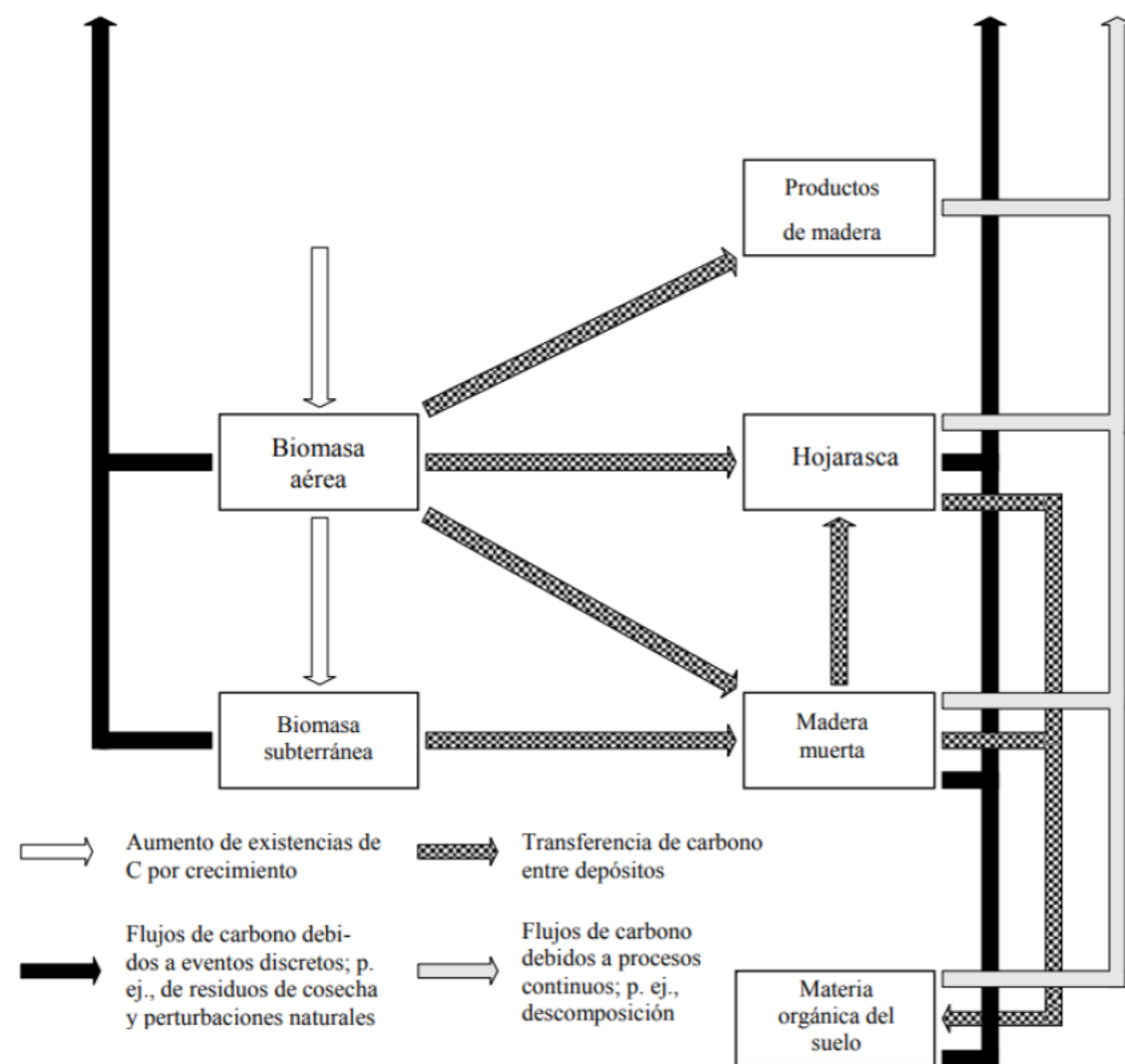


Figura 2. Diagrama de procesos de carbono en la biomasa en plantaciones forestales.

Esta estimación de las emisiones y remociones sigue la metodología del IPCC Volumen 4 [4] el cual proporciona orientación para la preparación de inventarios anuales de GEI en el sector de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU). En particular, el capítulo dedicado a las tierras forestales proporciona métodos para estimar las emisiones y remociones de GEI debido a los cambios en la biomasa, la materia orgánica muerta y el carbono orgánico del suelo en Tierras Forestales y Tierras Convertidas en Tierras Forestales. Estos métodos se basan en las Directrices Revisadas del IPCC de 1996 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero [5] y en la Guía de Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (GPG-LULUCF) [6]. El capítulo:

- Aborda los cinco depósitos de carbono y las transferencias de carbono entre diferentes depósitos dentro de las mismas áreas de tierra (Biomasa viva aérea y subterránea, materia orgánica muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo).
- Incluye los cambios en las reservas de carbono en bosques gestionados debido a actividades humanas, como el establecimiento y la cosecha de plantaciones, la tala comercial, la recolección de leña y otras prácticas de manejo, además de las pérdidas naturales causadas por incendios, tormentas, insectos, enfermedades y otras perturbaciones.
- Proporciona métodos simples (nivel o Tier 1) y valores predeterminados, así como enfoques generales para métodos de niveles superiores para la estimación de cambios en las reservas de carbono.
- ofrece métodos para estimar las emisiones de GEI no relacionados con CO₂ provenientes de la quema de biomasa.

Se complementará el uso de las Directrices Revisadas del IPCC de 1996 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero con la Guía de Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (GPG-LULUCF), dado que:

- Las Directrices del IPCC contienen poca o ninguna discusión sobre cómo estimar las áreas de tierra y los cambios en el área de tierra asociados con las actividades de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (LUCF).

- El documento proporciona consejos sobre la estimación de emisiones y remociones de CO₂ y GEI distintos al CO₂, para ambas situaciones, teniendo en cuenta las reservas de carbono promedio a largo plazo asociadas con usos específicos de la tierra, y el tiempo necesario para que las reservas de carbono se ajusten al nuevo equilibrio después de un cambio en el uso de la tierra.

La metodología del IPCC permite calcular las emisiones y absorciones del sector AFOLU a partir de unos factores establecidos en base a la región climática, el tipo de suelo, el manejo del suelo, insumos aportados, tipo de cultivo y las especies forestales plantadas, teniendo en cuenta además los cambios de usos del suelo que hayan tenido lugar.

Estos cálculos darán como resultado el balance neto de emisiones y absorciones de GEI realizadas por la tecnología de forestación teniendo en cuenta la línea de base de carbono almacenado de la que se parte, así como posibles fugas del proyecto.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida por la Comisión Europea a través del proyecto C-SINK (Project 101080377). Así mismo los autores agradecen la colaboración de todos los socios del proyecto C-SINK.

Referencias

- [1] <https://www.consilium.europa.eu/es/politicas/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- [2] [\https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_es
- [3] https://climate.ec.europa.eu/eu-action/sustainable-carbon-cycles_en
- [4] Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. IPCC 2006.
- [5] J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B. Lim., K. Tréanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D.J. Griggs and B.A. Callander LIBRO DE TRABAJO PARA EL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996. IPCC 1996.
- [6] Grupo Consultivo de Expertos (GCE) – Manual sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. UNFCCC 2004.