

Energía eólica *offshore* en Colombia: Hoja de Ruta y perspectivas

A. CIFRAS CLAVE

El presente documento pretende analizar el sector de la energía eólica *offshore* –también llamada energía eólica costa afuera o marina– en Colombia a partir de la Hoja de Ruta elaborada por el Gobierno; así como definir el potencial y las oportunidades que el país presenta en este sector. Esta nueva fuente de energía renovable y la hoja de ruta elaborada para su desarrollo son una muestra del compromiso de Colombia con la descarbonización de su matriz energética y de su apuesta por las fuentes no convencionales de energía renovable.

Datos clave		
57,7 GW	Capacidad instalada actualmente a nivel mundial	
50 GW	Potencial eólica costa afuera desarrollable en Colombia a 2030	
	Equivale a 3 veces la capacidad instalada en Colombia en la actualidad	
12.200 km²	De áreas desarrollables en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Magdalena y La Guajira	
Proyecciones de capacidad instalada para Colombia		
2030	2040	2050
1 GW	3 GW	9 GW
Estimaciones para el año 2050		
En 2050, la capacidad instalada de energía eólica marina podría representar el 20 % de la instalada total		
En 2050 se evitarían 244 Mton de CO ₂ equivalente		
50.000	Empleos a tiempo completo	
27 billones USD	Inversión estimada	

Fuente: [Hoja de ruta para el despliegue de la energía eólica costa afuera en Colombia](#)

B. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO

B.1. El sector de la energía eólica *offshore* en Colombia

La energía eólica *offshore* es aquella que se obtiene a partir de la fuerza del viento en alta mar, donde este alcanza una mayor velocidad y es más constante, dado que no existen barreras. De igual modo que sucede con la energía eólica *onshore* o en tierra firme, el viento hace girar las palas de los aerogeneradores que transforman la energía cinética en electricidad¹.

Los parques eólicos marinos pueden ser de estructura fija o flotante. Las estructuras fijas se ubican en aguas no muy profundas, hasta 60 o 70 metros de profundidad, y alejados de la costa. La estructura flotante permite ubicar los parques eólicos a mayor profundidad y, por ende, todavía más alejados de la costa, donde la velocidad del viento es mayor y más constante debido a la inexistencia de barreras².

Actualmente en Colombia no existe ningún parque eólico marino en funcionamiento. Se trata de un sector cuyo desarrollo en el país está comenzando. En abril de 2022, el Gobierno presentó la *Hoja de ruta para el despliegue de la energía eólica costa afuera en Colombia*. Este documento proporciona un análisis estratégico del potencial de Colombia para el desarrollo de este tipo de energía renovable. Para ello, tiene en cuenta diferentes escenarios hipotéticos de crecimiento y las oportunidades y retos que se darían en cada uno de ellos.

El fundamento de la energía eólica marina en Colombia radica en la necesidad de gestionar el **trilema energético** del país, a lo que este recurso energético puede contribuir:

- **Seguridad de suministro:** debido a la composición de la matriz energética de Colombia –más del 70 % de la electricidad proviene de la energía hidroeléctrica–, el país es muy vulnerable ante períodos de sequía. La diversificación del suministro eléctrico es necesaria para que este esté garantizado y para ello la energía eólica marina es adecuada, dada la alta producción y menor volatilidad de este tipo de energía frente otras FNCER, como la solar o la eólica terrestre³.
- **Sostenibilidad:** la energía eólica marina puede ser el recurso óptimo para que Colombia dé cumplimiento a sus objetivos actualizados de NDC e implemente sus objetivos de neutralidad en carbono para 2050. De acuerdo con estas metas, el uso de electricidad en Colombia debe aumentar del 18 % del consumo total de energía en 2020 a un 70 % en 2050.
- **Equidad:** el principal reto no es el acceso a la electricidad por parte de la población –el 99 % tiene acceso a una fuente de electricidad básica–, sino el precio de la electricidad. Aunque el coste de la energía para la eólica marina es mayor que para la terrestre o la solar, su implementación a escala puede hacerlo más competitivo a medio y largo plazo. También su menor variabilidad puede contribuir a que los costes de equilibrio de la electricidad sean más bajos.

B.2. Potencial eólico mar adentro de Colombia

Para la definición de las áreas de potencial técnico se han tenido en cuenta tres criterios: la profundidad del mar, la velocidad del viento y las fronteras nacionales. Se han utilizado rangos estándar de referencia aproximados de la industria:

- **Velocidad del viento:** valor mínimo de 7 metros por segundo a 150 metros de altura.
- **Profundidad del agua:** máximo 70 metros para estructuras de fondo fijo, y máximo de 1.250 metros para estructuras flotantes.

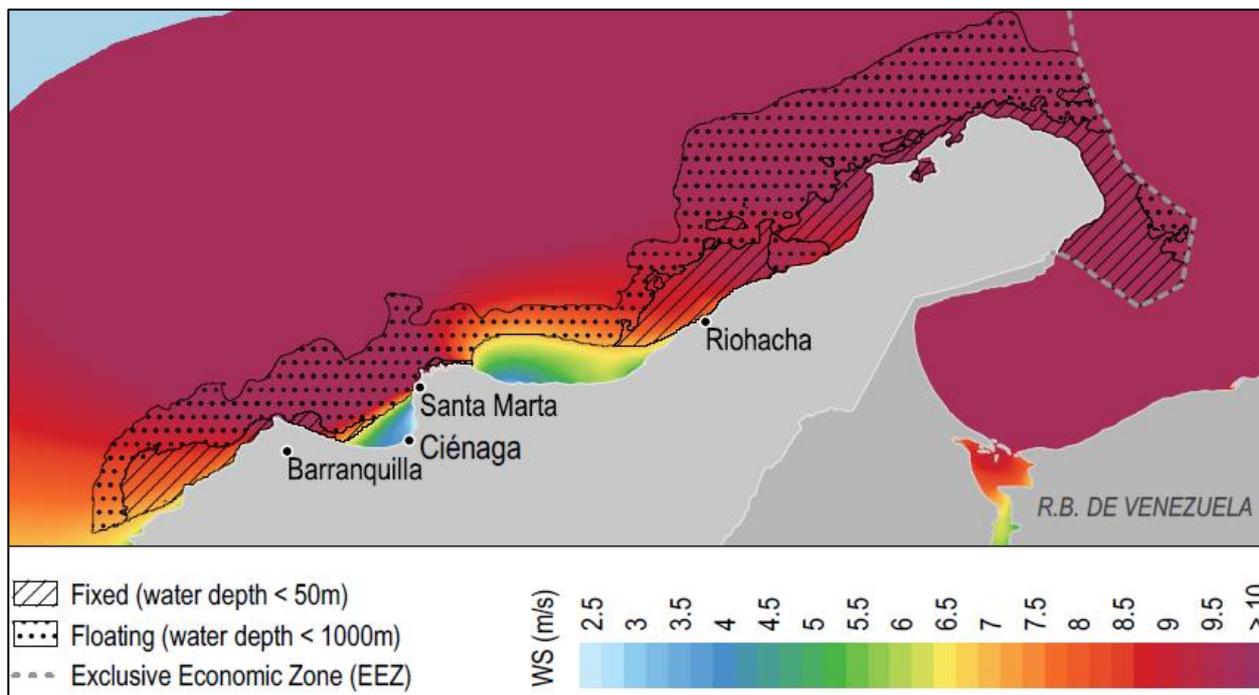
Respecto al análisis de la velocidad del viento, los resultados arrojan que esta es mucho mayor en la costa norte de Colombia, donde se alcanzan valores superiores a 10 m/s en gran parte de la costa. En relación con las profundidades del agua en la costa de Colombia, estas varían significativamente. En la mayor parte del litoral están por debajo de los 70 metros. A una mayor distancia de la costa, la profundidad cae a 100-200 metros y a una distancia de la costa de entre 50 y 100 km, la profundidad está por debajo de los 1.000 metros, aproximadamente.

¹ Fuente: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/como-funciona-la-energia-eolica-marina>

² Fuente: <https://www.iberdrola.com/innovacion/eolica-marina-flotante>

³ FNCER: Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.

La combinación de los factores anteriores determina que en la costa occidental de Colombia no hay potencial técnico para el viento costa afuera, sea fijo o flotante. Esto se debe a que en esta zona, a una altura de 150 metros, la velocidad del viento está por debajo de 6 m/s.



Fuente: [Banco Mundial](#)

El potencial técnico se concentra a lo largo de la costa norte del mar Caribe. Se identificaron 13 áreas de exploración inicial en esta costa, cinco ubicadas en aguas poco profundas, de menos de 70 m, aptas para estructuras de base fija, que representan más de 27 GW de potencial en 6.800 km²; y ocho en aguas más profundas, adecuadas para la energía eólica marina de base flotante, que representan más de 21 GW de potencial en 5.400 km². En particular, el área con mayor potencial se ubica frente al departamento de La Guajira. En términos cuantitativos, la estimación del potencial eólico técnico costa afuera total de Colombia es de 110 GW y tiene en cuenta tanto parques eólicos marinos de fondo fijo como flotantes. Sólo en la costa Caribe, el potencial técnico total estimado es de 109 GW.

B.3. Limitaciones para el desarrollo de la energía eólica marina

Además de la velocidad del viento, se analizaron otros factores técnicos, ambientales y sociales que pueden influir en el desarrollo de proyectos eólicos marinos en la costa caribe de Colombia. Las restricciones identificadas se clasifican en dos colores, rojo (R) y ámbar (A), según sea muy probable o simplemente probable –respectivamente– que la restricción impacte o influya en el desarrollo de los proyectos eólicos costa afuera.

Restricciones ambientales	Categoría	Restricciones sociales	Categoría
Áreas protegidas y áreas clave para la biodiversidad	R	Pescadores artesanales	R
Hábitats naturales y críticos	R	Zonas de pesca comercial	A
Especies marinas sensibles	R	Acuicultura	A
Pájaros y murciélagos	R	Paisaje, paisaje marino	A
Restricciones técnicas	Categoría	Patrimonio histórico y cultural	R
Barcos y rutas de navegación	R	Actividades turísticas	R
Áreas de ejercicio militar	R	Infraestructura de comunicación	R
Aviación	A	Operaciones de infraestructura de petróleo y gas	R

Fuente: [Hoja de ruta para el despliegue de la energía eólica costa afuera en Colombia](#)

Para mitigar el impacto de estas restricciones, Colombia debe desarrollar un marco regulatorio orientado a emitir lineamientos y términos de referencia ambientales y sociales para la elaboración de estudios ambientales y sociales.

B.4. Escenarios para el desarrollo de la energía eólica marina

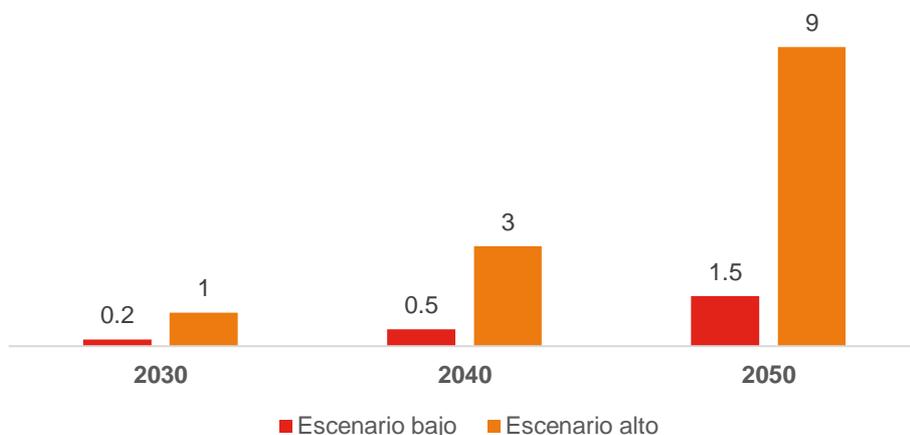
La Hoja de Ruta prevé dos escenarios hipotéticos para el despliegue de la eólica marina en Colombia. La finalidad de estos escenarios es demostrar los impactos de las políticas y acciones del Gobierno, por lo que los volúmenes reales de energía eólica marina instalada en el país probablemente serán diferentes de los contemplados en estos escenarios.

ESCENARIO BAJO		ESCENARIO ALTO	
Supuestos	<ul style="list-style-type: none"> No intervención por parte del Gobierno en el desarrollo de la eólica marina: no está incentivada desde el sector público. La mayor parte del crecimiento de las energías renovables proviene de otras tecnologías. Muchos de los retos del trilema energético no serían resueltos por la energía eólica marina y Colombia tendría que recurrir a otras FNCER para dar una solución a estos. 	Supuestos	<ul style="list-style-type: none"> Crecimiento alcanzable, pero acelerado del desarrollo de la energía eólica costa afuera: el Gobierno ha seguido algunas de las recomendaciones clave de la Hoja de Ruta. La energía eólica marina se posiciona como la tecnología principal para conseguir los objetivos en términos de energías renovables del país. Muchos de los retos del trilema energético se resuelven, para 2050, con el despliegue a gran escala de la energía eólica costa afuera.
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> La energía eólica costa afuera se desarrolla a escala individual, con proyectos de pequeño tamaño, por debajo de 500 MW. No existe una estrategia nacional prospectiva ni un programa de adquisiciones específico. No es necesario un plan de expansión de transmisión dedicado en este escenario. 	Resultado	<ul style="list-style-type: none"> La energía eólica costa afuera se desarrolla a escala comercial, con proyectos grandes de más de 1 GW. Existe un programa de adquisiciones específico de tecnología. Para lograr los objetivos de volumen previstos, es necesario implementar mejoras en los proyectos de transmisión, emprender proyectos adicionales y definir un programa para construir la capacidad de transmisión necesaria.

Fuente: [Hoja de ruta para el despliegue de la energía eólica costa afuera en Colombia](#)

CAPACIDAD INSTALADA EN ESCENARIO BAJO Y ESCENARIO ALTO

En GW, sobre base acumulativa



Fuente: Elaboración propia a partir de [Hoja de ruta para el despliegue de la energía eólica costa afuera en Colombia](#)

B.5. Principales actores

B.5.1. Organismos públicos

- Ministerio de Minas y Energía (MME): define la política energética que, a su vez, es desarrollada por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), adscrita a dicho Ministerio.
- UPME: establece los requerimientos energéticos y define el Plan Energético Nacional y el Plan de Expansión del sector eléctrico, siempre en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo.
- La regulación está a cargo de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y la vigilancia y control del funcionamiento del sistema energético en Colombia es tarea de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), entidad encargada de otorgar la licencia ambiental correspondiente para los proyectos de generación de energía eléctrica con capacidad instalada igual o superior a 100 MW⁴.
- Dirección General Marítima (DIMAR), encargada de ejecutar la política marítima nacional.
- Otros organismos públicos implicados en el desarrollo de la energía eólica marina: Ministerio del Interior (MinInterior), Ministerio de Cultura (MinCultura), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Ministerio de Transporte (MinTransporte), Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y Ministerio de Trabajo (MinTrabajo).

B.5.2. Organismos privados

- Asociaciones sectoriales: destaca la Asociación de Energías Renovables de Colombia (SER Colombia) y la Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (Acolgen).
- Empresas privadas de la industria eólica *offshore*: destacan tres fabricantes de aerogeneradores que dominan el mercado, dadas las características particulares que estos deben tener para su instalación en el mar. Estos son: Vestas, Siemens Gamesa y General Electric.

C. LA OFERTA ESPAÑOLA

C.1. Cadena de suministro de la energía eólica marina

La cadena de suministro de un proyecto de energía eólica marina comprende las diferentes etapas de desarrollo, construcción y operación. Los principales componentes de la cadena de suministro son los siguientes: servicios de desarrollo de proyectos; generador de turbina de viento y sus componentes; balance de planta; transporte e instalación; y operaciones y mantenimiento⁵.

En todos los eslabones de la cadena de suministro existen empresas españolas con una presencia consolidada en Colombia. No obstante, cabe destacar que la experiencia de dichas empresas no siempre comprende proyectos de energía eólica marina, sino proyectos de energía eólica terrestre, dado el incipiente nivel de desarrollo de la primera. En los servicios de desarrollo de proyectos eólicos destacan ingenierías como **Idom**, **Applus** y **Sener**, todas con una trayectoria consolidada en Colombia; y desarrolladores como **Enerfin**, **Ecoener** o **Elawan**, con experiencia en el sector eólico en España y en otras fuentes de renovables en Colombia. Respecto a los aerogeneradores, ya se ha mencionado anteriormente que tres fabricantes dominan el mercado mundial en términos de eólica marina, uno de ellos de origen español: **Siemens Gamesa**.

La cadena de suministro de la energía eólica marina se presenta como una oportunidad para las empresas españolas ya presentes en el país para continuar diversificando y expandiendo su negocio; así como para las empresas españolas con experiencia en este sector en España y otros mercados que están interesadas en implantarse en Colombia. La percepción de las empresas españolas en el sector de las energías renovables en Colombia es de excelencia, compromiso y seguridad.

⁴ Art. 2.2.2.3.2.2, Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

⁵ [Hoja de ruta para el despliegue de la energía eólica costa afuera en Colombia](#)

C.2. Proyectos de empresas españolas

Entre las empresas españolas promotoras de proyectos de energía eólica marina en Colombia destaca **BlueFloat Energy**. Actualmente, es la única empresa española con proyectos de este tipo en este mercado. En particular, está desarrollando siete proyectos eólicos marinos y uno de ellos, el parque Vientos Alisios, situado frente a las costas de los departamentos de Atlántico y Bolívar, es el proyecto eólico costa afuera más avanzado en Colombia hasta el momento⁶.

El proyecto Vientos Alisios recibió prefactibilidad de la DIMAR en enero de 2021, ya presentó ante la UPME una solicitud de conexión de 200 MW en abril de 2022 y esta ya fue aprobada. Recientemente, se instalaron dos ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) con el fin de monitorear y recoger datos relativos a las corrientes de agua y el oleaje en la zona donde se instalará el parque. Se estima que este proyecto proporcionará 500 MW de energía limpia a más de 180.000 hogares en la costa Caribe de Colombia⁷.

D. RETOS PARA EL DESARROLLO DE LA ENERGÍA EÓLICA MARINA

La Hoja de Ruta identifica diversos desafíos que Colombia tendrá que afrontar para lograr el desarrollo exitoso de una industria eólica marina a gran escala. Entre los principales retos destacan:

- **Costo de la energía:** la energía eólica marina es más costosa que la eólica terrestre o la solar fotovoltaica, aunque puede ser competitiva con el coste de la generación térmica convencional. Por ello puede ser conveniente proporcionar un tratamiento especial a esta industria mediante diferentes mecanismos e incentivos.
- **Escala:** para resolver el primer reto y reducir el coste de la energía, se requieren proyectos de gran tamaño para alcanzar economías de escala.
- **Transmisión:** las áreas con mayor potencial para la eólica marina se encuentran alejadas de los centros de demanda. Por tanto, requerirán líneas de transmisión nuevas y ampliaciones de las ya existentes.
- **Impactos ambientales y sociales:** cuanto mayor es la escala del proyecto, mayores son los riesgos de impactos ambientales y sociales. Para minimizarlos serán necesarios datos, una buena planificación y la participación de las partes interesadas.
- **Cadena de suministro local limitada:** lo que hará necesaria la importación de muchos componentes. La proporción de componente local de la cadena de suministro vendrá determinada por el tamaño del mercado. Cuanto más grande sea este, mayor será la inversión en la cadena de suministro local y la infraestructura asociada.
- **Financiamiento y bancabilidad:** serán necesarias medidas de gestión y mitigación de los altos riesgos asociados a la energía eólica marina para garantizar la bancabilidad y minimizar el coste del capital.

E. ACCIONES RECOMENDADAS: OPORTUNIDADES DEL MERCADO

En el informe de la Hoja de Ruta se identifican 34 acciones necesarias para alcanzar el escenario de alto crecimiento. Estas acciones pueden resumirse en los siguientes puntos que, asimismo, representan diferentes oportunidades de mercado para las empresas españolas que tengan interés en formar parte de esta incipiente industria en Colombia.

- **Objetivos de visión y volumen:** estos deben ser establecidos a corto y medio plazo por el MME junto con la UPME, teniendo en cuenta la orientación que la comunidad eólica internacional pueda brindar para el establecimiento de las prácticas locales y el fomento al interés en esta industria.
- **Planificación, arrendamiento y permisos:** debe involucrarse a las partes interesadas y afectadas por el desarrollo de esta industria en la definición de todos los procesos necesarios (identificación de áreas prioritarias y de áreas protegidas, desarrollo de estándares de calificación, procedimiento de arriendo de fondos marinos, entre otros).
- **Conexión a la red y planificación de la transmisión:** la UPME deberá formular planes de expansión de la red de transmisión actual y velar por que el procedimiento de solicitudes de conexión de red sea fluido y eficiente.

⁶ <https://www.bluefloat.com/es/vientos-alisios-el-proyecto-eolico-marino-mas-importante-en-colombia/>

⁷ <https://www.elheraldo.co/economia/proyecto-eolico-costa-afuera-espera-generar-500-mw-de-energias-limpas-938557>



- **Infraestructura portuaria:** deben evaluarse las necesidades de desarrollo e inversión de la infraestructura portuaria local y fomentarse políticas que impulsen la creación de clústeres industriales de energía eólica marina.
- **Desarrollo de la cadena de suministro:** mediante incentivos fiscales que promuevan el desarrollo local de la cadena de suministro, así como mediante la transferencia del *know how* y la tecnología de las industrias locales a la energía eólica marina, si es posible.
- **Financiamiento:** son necesarios incentivos para que el sector bancario colombiano aumente su participación en el financiamiento de este tipo de proyectos eólicos. Asimismo, el Gobierno debe contactar con financiadores internacionales con experiencia en esta industria para comprender el funcionamiento de los esquemas de financiación.
- **Salud, seguridad y capacitación:** es necesaria la revisión de la legislación nacional de seguridad para integrar estándares internacionales ampliamente adoptados en materia de salud y seguridad en la industria eólica marina.

F. INFORMACIÓN ADICIONAL

- [5.º Encuentro y Feria: Renovables y Recursos Distribuidos LATAM](#)
Fecha: del 11 al 13 de mayo de 2022.
Lugar: Centro de Eventos Caribe, Barranquilla.
- [Energyyear 2022](#)
Fecha: del 13 al 14 de julio de 2022.
Lugar: Medellín.
- [Latam Future Energy Andean Renewable Summit 2022](#)
Fecha: del 25 al 26 de octubre de 2022.
Lugar: Hotel JW Marriott, Bogotá

Otras páginas y asociaciones sectoriales de relevancia para el sector son las siguientes:

- [Asociación Colombiana del Hidrógeno](#)
- [Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica](#)
- [Asociación de Energías Renovables Colombia – SER Colombia](#)
- [Energía Estratégica](#)
- [Valora Analytik](#)

G. CONTACTO

La **Oficina Económica y Comercial de España en Bogotá** está especializada en ayudar a la internacionalización de la economía española y la asistencia a empresas y emprendedores en Colombia.

Entre otros, ofrece una serie de **Servicios Personalizados** de consultoría internacional con los que facilitar a dichas empresas: el acceso al mercado de Colombia, la búsqueda de posibles socios comerciales (clientes, importadores/distribuidores, proveedores), la organización de agendas de negocios en destino, y estudios de mercado ajustados a las necesidades de la empresa. Para cualquier información adicional sobre este sector contacte con:

Carrera 9a, No. 99-07, Oficina 901
Torre La Equidad
Bogotá - Colombia
Teléfono: +57 (1) 520 2002
Email: bogota@comercio.mineco.es
<http://colombia.oficinascomerciales.es>

Si desea conocer todos los servicios que ofrece ICEX España Exportación e Inversiones para impulsar la internacionalización de su empresa contacte con:

Ventana Global

913 497 100 (L-J 9 a 17 h; V 9 a 15 h) informacion@icex.es

Para buscar más información sobre mercados exteriores [siga el enlace](#)

INFORMACIÓN LEGAL: Este documento tiene carácter exclusivamente informativo y su contenido no podrá ser invocado en apoyo de ninguna reclamación o recurso.

ICEX España Exportación e Inversiones no asume la responsabilidad de la información, opinión o acción basada en dicho contenido, con independencia de que haya realizado todos los esfuerzos posibles para asegurar la exactitud de la información que contienen sus páginas.

AUTORA

María Vázquez Fernández

Oficina Económica y Comercial
de España en Bogotá

bogota@comercio.mineco.es

Fecha: 17/10/2022

NIPO: 114-22-016-9

www.icex.es



FICHAS SECTOR COLOMBIA



ICEX España
Exportación
e Inversiones