



# Estudio de Impacto Ambiental para la perforación del pozo exploratorio EQN.MC.A.x-1 en CAN\_100

Anexo VIII – D.II Equinor Argentina  
Modelado de Deriva de Petróleo

Junio de 2022

Proyecto No.: 0582679

Informe de modelado de derrames de petróleo:  
**Modelado de deriva de aceite– Argerich-1**  
Simulaciones de reventones submarinos y superficiales

Equinor

Document Número: PRJ02091- R01

Emitido: 1-April-21



equinor



**Oil Spill Response Limited**

Lower William Street

Southampton

SO14 5QE

United Kingdom

Tel: +44 (0)23 8033 1551

Fax: +44 (0)23 8022 1972



## RESUMEN EJECUTIVO

Oil Spill Response Limited (OSRL) ha creado este informe de modelización en nombre de Equinor en relación con el pozo de exploración, Argerich-1 costa afuera en Argentina.

Este informe evalúa el impacto de un reventón submarino y un reventón superficial del pozo Argerich-1 durante dos temporadas; Octubre a marzo y abril a septiembre.

**Escenario 1:** Reventón submarino de 3.380 m<sup>3</sup>/día, durante 84 días desde el pozo Argerich-1.

**Escenario 2:** Reventón superficial de 10.538 m<sup>3</sup>/día, durante 32 días desde el pozo Argerich-1.

El escenario se simuló utilizando la herramienta de modelado 3D de Contingencia y Respuesta a Derrames de Petróleo (OSCAR) de SINTEF.

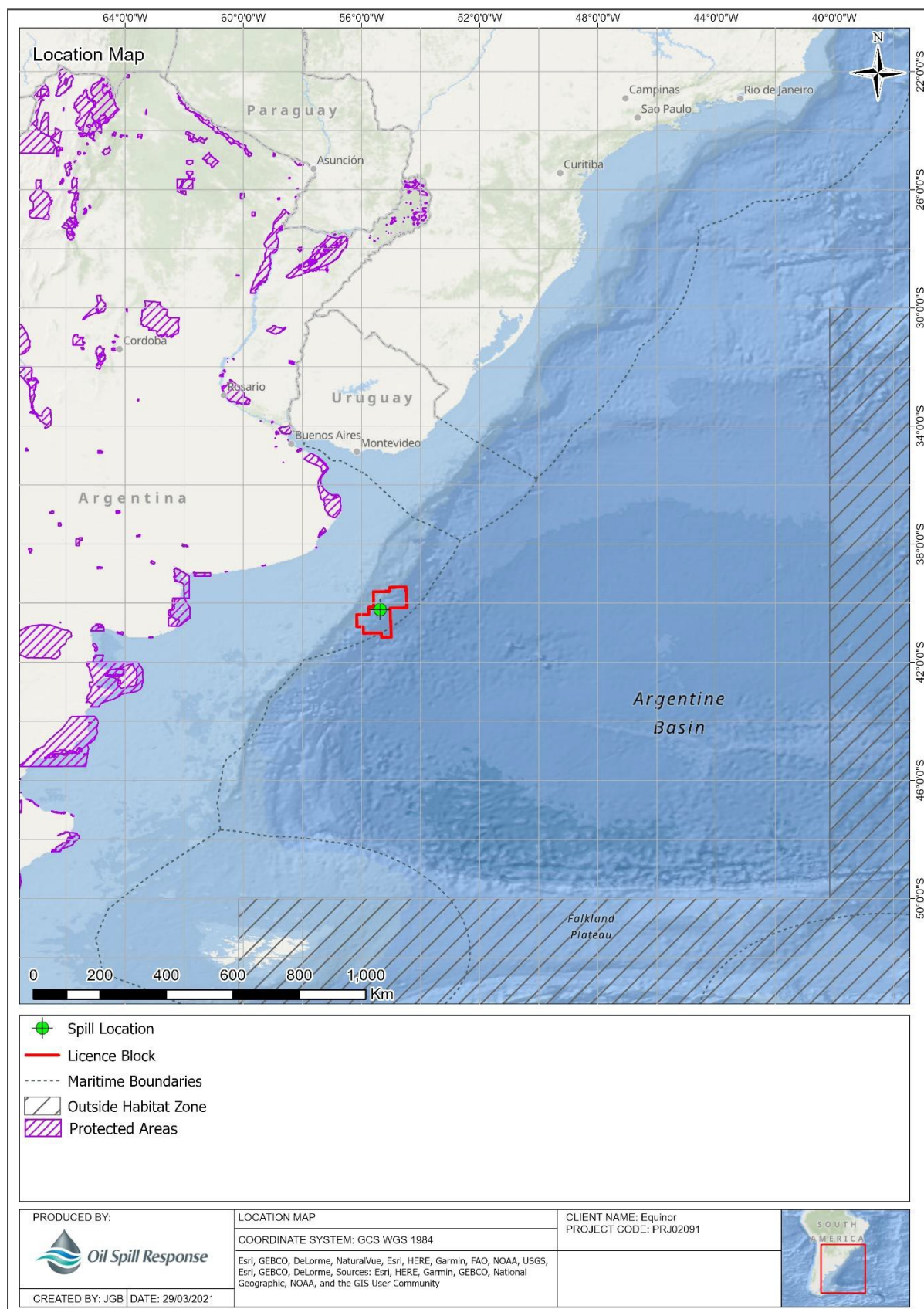
Los resultados de los modelos han pronosticado que ambos escenarios de liberación de petróleo crudo de Argerich-1 probablemente afectarán las aguas de Brasil y Uruguay en ambas temporadas.

Es probable que la mancha de aceite viaje predominantemente hacia el este a lo largo de ambas estaciones, sin embargo, el impacto también puede sentirse al suroeste del sitio de liberación, con la posibilidad de que el petróleo llegue a las aguas de las Islas Malvinas.

No se predijo ningún impacto en la costa durante ninguna de las dos temporadas de ninguno de los escenarios..



## LOCALIZACIÓN GENERAL DEL BLOQUE Y DEL POZO





## HISTORIAL DEL DOCUMENTO

Deliverable Number	Rev.	Comment	Author	Tech. Review	Format Review	Date of Issue
PRJ02091	R01	Borrador	JGB	SJB	SJB	01-Apr-21

### DESCARGOS DE RESPONSABILIDAD

- Los resultados de la modelización deben utilizarse únicamente con fines orientativos y las estrategias de respuesta no deben basarse únicamente en estos resultados.
- La resolución / calidad del viento y los datos actuales varían entre regiones y modelos. Al igual que con cualquier modelo, la calidad y la fiabilidad de los resultados dependen de la calidad de los datos de entrada.

Teniendo en cuenta lo anterior, todos los consejos, modelos y otra información proporcionada son solo genéricos e ilustrativos y no pretenden ser utilizados en ningún caso específico. El destinatario de cualquier consejo, modelado u otra información de, o en nombre de, OSRL reconoce y acepta que cualquier número de variables pueden afectar un derrame de petróleo y, como tal, deben ser dirigido de forma individual. OSRL no tiene ninguna responsabilidad en relación con dicho asesoramiento, modelado u otra información y el destinatario de dicha información por la presente indemniza y exime de responsabilidad a OSRL sus funcionarios, empleados, accionistas, agentes, contratistas y subcontratistas contra cualquier costo, pérdida, reclamación o responsabilidad que surja en relación con dicho asesoramiento, modelado, capacitación u otra información.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>6</b>
1.1	BACKGROUND.....	6
1.2	AIMS .....	6
1.3	MODELLING SETUP .....	7
1.4	THRESHOLDS.....	8
<b>2</b>	<b>STOCHASTIC RESULTS – SUBSEA BLOWOUT.....</b>	<b>9</b>
2.1	SURFACE IMPACT .....	9
2.2	WATER COLUMN IMPACT.....	13
2.3	SHORELINE IMPACT.....	17
<b>3</b>	<b>STOCHASTIC RESULTS – SURFACE BLOWOUT.....</b>	<b>18</b>
3.1	SURFACE IMPACT .....	18
3.2	WATER COLUMN IMPACT.....	22
3.3	SHORELINE IMPACT.....	26
<b>4</b>	<b>TRAJECTORY RESULTS .....</b>	<b>27</b>
4.1	SUBSEA BLOWOUT .....	28
4.2	SURFACE BLOWOUT .....	30
<b>5</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>32</b>
<b>APPENDIX A.</b>	<b>MODEL SETUP.....</b>	<b>34</b>
<b>APPENDIX B.</b>	<b>METOCEAN DATA.....</b>	<b>35</b>
<b>APPENDIX C.</b>	<b>OIL CHARACTERISTICS AND BEHAVIOUR.....</b>	<b>36</b>
<b>APPENDIX D.</b>	<b>OIL SPILL MODELLING SOFTWARE and methodology .....</b>	<b>38</b>
<b>APPENDIX E.</b>	<b>GLOSSARY OF TERMS, ACRONYMS AND ABBREVIATIONS.....</b>	<b>39</b>
<b>APPENDIX F.</b>	<b>REFERENCES.....</b>	<b>41</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

Oil Spill Response Limited (OSRL) ha creado este informe de modelado en nombre de Equinor para el pozo de exploración planificado, Argerich-1, Argentina.

Este informe evalúa el impacto de una reventón submarino de  $3.380\text{m}^3/\text{día}$ , durante 84 días y el impacto de un reventón superficial de  $10.538\text{ m}^3/\text{día}$  durante 32 días desde el pozo Argerich-1. Los resultados se dividen en dos temporadas de la siguiente manera:

- Octubre a Marzo
- Abril a Septiembre

El modelado se realizó utilizando el modelo de Contingencia y Respuesta a Derrames de Petróleo (OSCAR) de SINTEF, con detalles del escenario proporcionados por Equinor. OSCAR es una herramienta de modelado 3D utilizada para predecir el movimiento y el destino del petróleo en la superficie del mar y en toda la columna de agua.

## 1.2 Objetivos

El objetivo de este informe es presentar el riesgo para la superficie del mar y la costa mediante la creación de mapas espaciales y estadísticas críticas de:

1. Probabilidad : para estimar la probabilidad de que un área se vea afectada
2. Hora de llegada : para estimar la rapidez con la que un área podría verse afectada
3. Espesor de la emulsión : para estimar la gravedad con la que un área podría verse afectada.

Los datos detrás de estos mapas nos permiten responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tan rápido podría el petróleo llegar a las costas cercanas después de un reventón del pozo Argerich-1?
2. ¿Qué masa de petróleo podría llegar a las costas cercanas después de un reventón del pozo Argerich-1?
3. ¿Qué países tienen más probabilidades de verse afectados después de un reventón del pozo Argerich-1?



## 1. Configuración de modelado

Se realizaron cuatro simulaciones estocásticas en la ubicación del pozo Argerich-1. Se procesaron 120 trayectorias individuales para reventón submarino / 150 para reventón de superficie por carrera, para crear los resultados estocásticos para cada escenario. Cada trayectoria comenzó en una fecha de inicio diferente, de modo que cada derrame de petróleo crudo se simuló utilizando una variedad de condiciones de viento y corrientes.

**Table 1: Configuración del escenario.**

Descripción	Reventón Submarino		Reventón Superficial	
Estación	Octubre a Marzo	Abril a Septiembre	Octubre a Marzo	Abril a Septiembre
Latitud de derrame	40° 13′ 1.6756″ S			
Longitud del derrame	55° 22′ 12.3985″ W			
Gasto de descarga y duración	3,380 m³/día for 84 días		10,538 m³/día for 28 días	
Volumen total y masa descargada	283,920 m³ 239,083 MT		295,064 m³ 248,467 MT	
Duración total del modelo	114 días		58 días	
Profundidad de la descarga	1,535 m		Superficie	
Costa más cercana	~300km, Argentina			
Frontera Marítima mas cercana	~346km, Uruguay ~673km, Brazil			

## 1. Umbrales






Los umbrales definen el punto por debajo del cual los datos ya no son informativos. Por ejemplo, cuando el espesor de la emulsión **superficial** es inferior a 0,04 µm, el aceite ya no es visible a simple vista, por lo que puede considerarse insignificante para una respuesta. Los umbrales aplicados a este estudio se indican en la Tabla 2.

**Table 2: Umbrales utilizados en la fase de pos procesamiento de la modelización .**

Threshold	Value	Description
Superficie	0.04 µm	El Código de Apariencia del Aceite del Acuerdo de Bonn define cinco espesores de capa de aceite en función de sus efectos ópticos y colores verdaderos. 0,04 µm es el grosor mínimo que se puede ver a simple vista.
Columna de agua	25 ppb	Este umbral se utiliza para identificar cuándo la vida marina más sensible comienza a verse afectada. Se basa en las directrices de la Asociación Noruega de la Industria Petrolera sobre los efectos de la contaminación aguda por hidrocarburos en los huevos y larvas de pescado (OLF(2007) ver referencias)
Costa	0.1 litros/m <sup>2</sup>	Umbral <b>más bajo</b> para el aceitado ligero del documento ITOPF "Reconocimiento del petróleo en las costas"




La clave de espesor utilizada en los mapas de espesor de emulsión superficial a lo largo de este documento se deriva del Código de Apariencia del Aceite de Bonn (Tabla 3).

**Table 3: Key used for sea surface emulsion thickness outputs.**

Appearance	Layer Thickness Interval	Colour
Brillo	0.04 µm - 0.3 µm	
Arco iris	0.3 µm - 5 µm	
Metálico	5 µm - 50 µm	
Color verdadero discontinuo	50 µm - 200 µm	
Color verdadero continuo	>200 µm	

La clave de espesor utilizada en los mapas de costas a lo largo de este documento se deriva del Documento de Información Técnica (TIP) NO. 6 de ITOPF "Reconocimiento de petróleo en las costas" (ITOPF, 2011b). El aceitado muy ligero es considerado insignificante por ITOPF (ITOPF, 2011b); no se requiere una respuesta práctica para una costa muy poco aceitada, aparte del monitoreo del derrame de petróleo.

**Table 4: Key used for shoreline emulsion thickness outputs.**

Shoreline Oiling Classification	Concentration	Thickness	Colour
Aceitado Ligero	0.1 – 1 litros/m <sup>2</sup>	0.1 mm – 1.0 mm	
Aceitado Moderado	1 – 10 litros/m <sup>2</sup>	1 mm – 10 mm	
Aceitado pesado	> 10 litros/m <sup>2</sup>	> 10 mm	

## 1. RESULTADOS ESTOCÁSTICOS – REVENTÓN SUBMARINO

### 1. Impacto superficial

Las siguientes figuras ilustran el impacto superficial del petróleo de un reventón submarino, durante ambas estaciones. La Figura 1 ilustra la probabilidad de la extensión de llegada de aceite, la Figura 2 ilustra el tiempo mínimo de llegada del aceite a la superficie y la Figura 3 ilustra el espesor máximo del aceite en la superficie (µm). En el cuadro 5 se resumen los efectos superficiales en las aguas de los países vecinos.

**Table 5: Estadísticas de riesgo de la superficie del agua tras una explosión submarina**

Impacto Superficial								
Country	Verano (octubre a marzo)				Invierno (abril a septiembre)			
	Probabilidad	P100	P95	P50	Probabilidad	P100	P95	P50
		Tiempo de Llegada				Tiempo de Llegada		
Argentina	100%	0 días, 0 horas. El derrame ocurre en aguas argentinas			100%	0 días, 0 horas. El derrame ocurre en aguas argentinas		
Brazil	73%	19 días, 12 horas	30 días, 6 horas	75 días, 12 horas	68%	13 días, 6 horas	26 días, 9 horas	86 días, 12 horas
Islas Malvinas	25%	51 días, 0 horas	70 días, 0 horas	N/A	25%	44 días, 6 horas	75 días, 21 horas	N/A
Uruguay	100%	9 días, 15 horas	11 días, 15 horas	39 días, 6 horas	96%	8 días, 6 horas	12 días, 6 horas	30 días, 21 horas



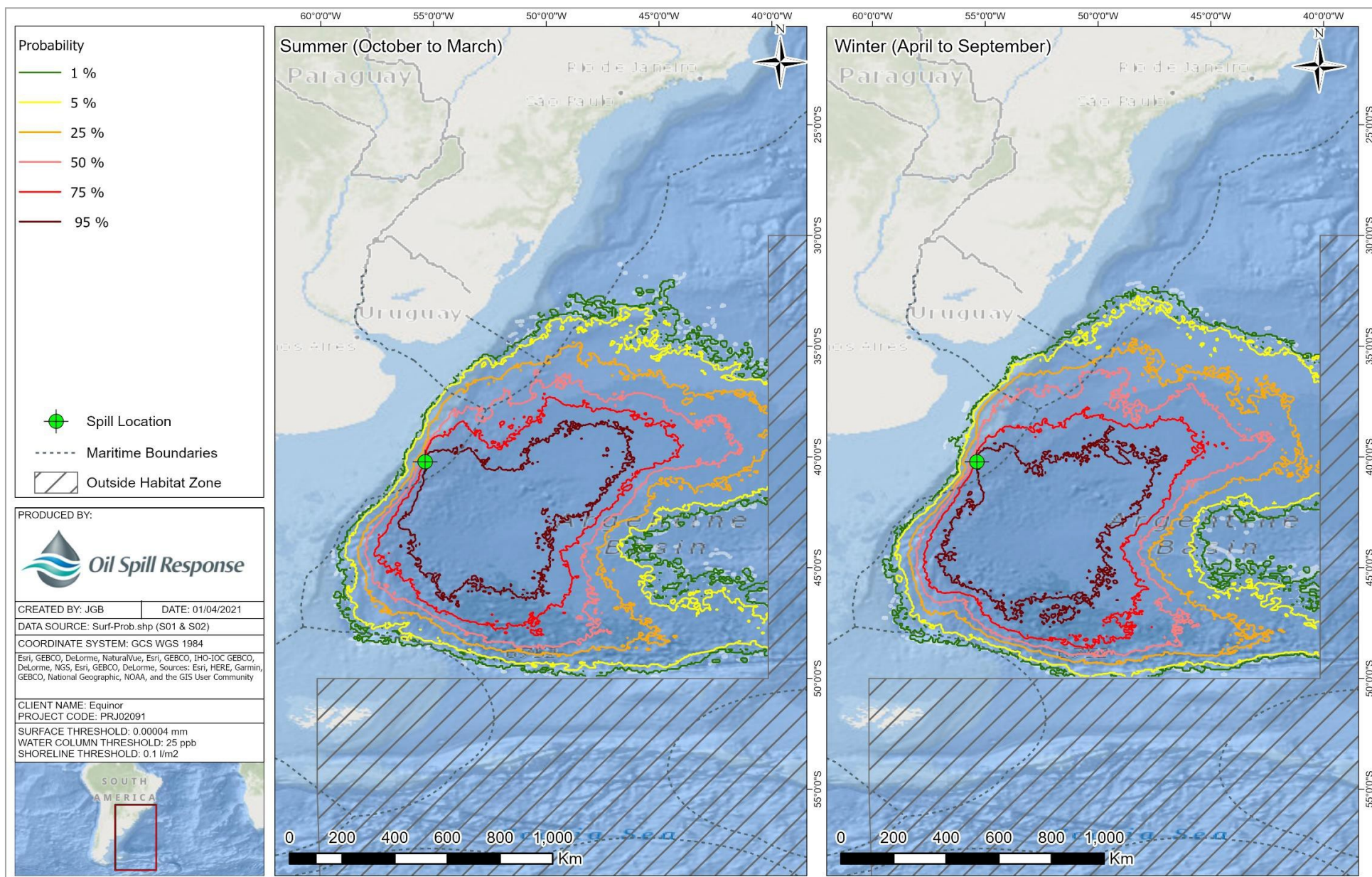


Figura 1: Probabilidad de que el petróleo contamine la superficie del mar por un derrame de crudo después de un reventón submarino.



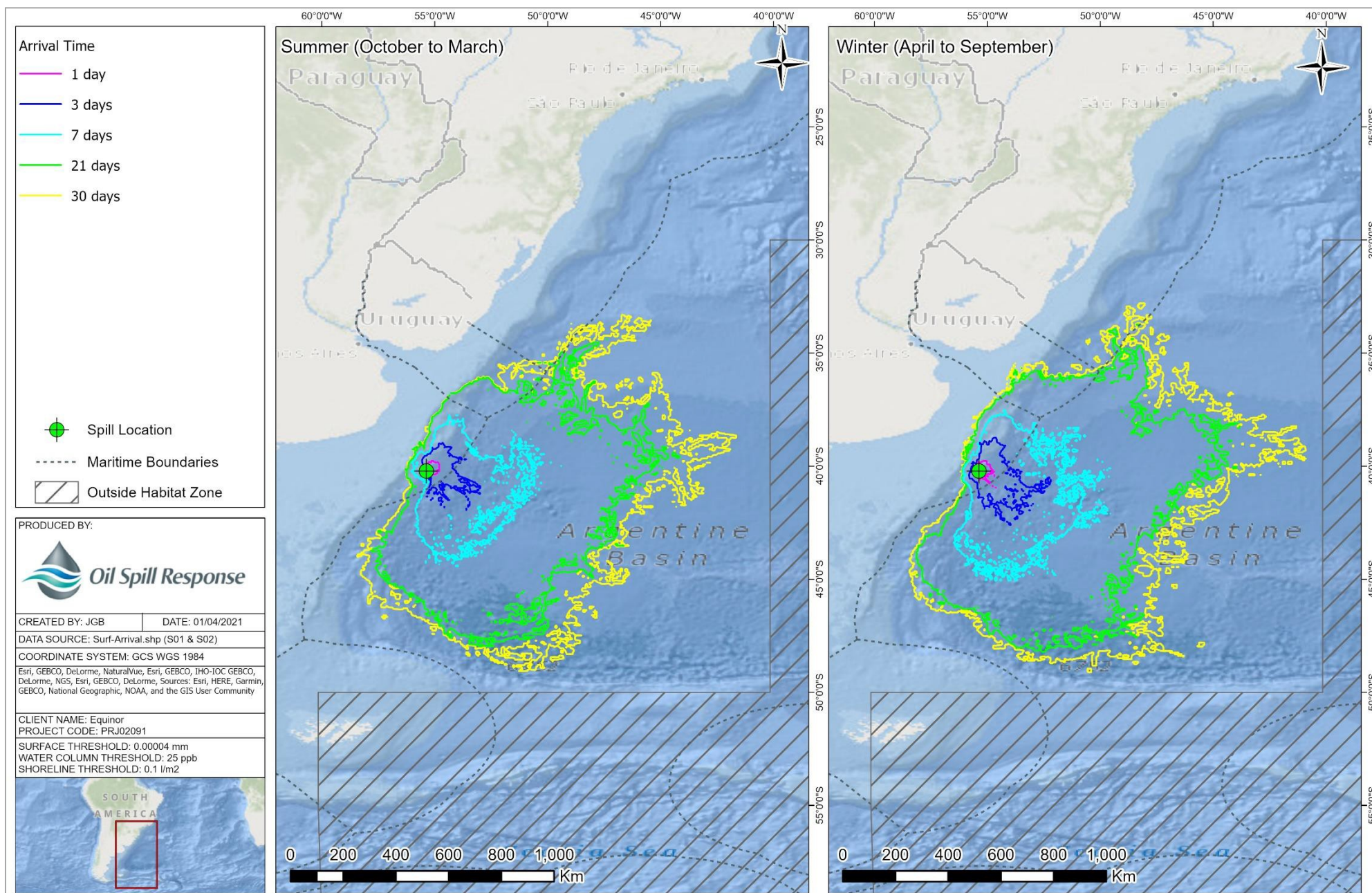


Figura 2: Tiempo mínimo para que el petróleo llegue a la superficie del mar a partir de un derrame de crudo después de un reventón submarino.



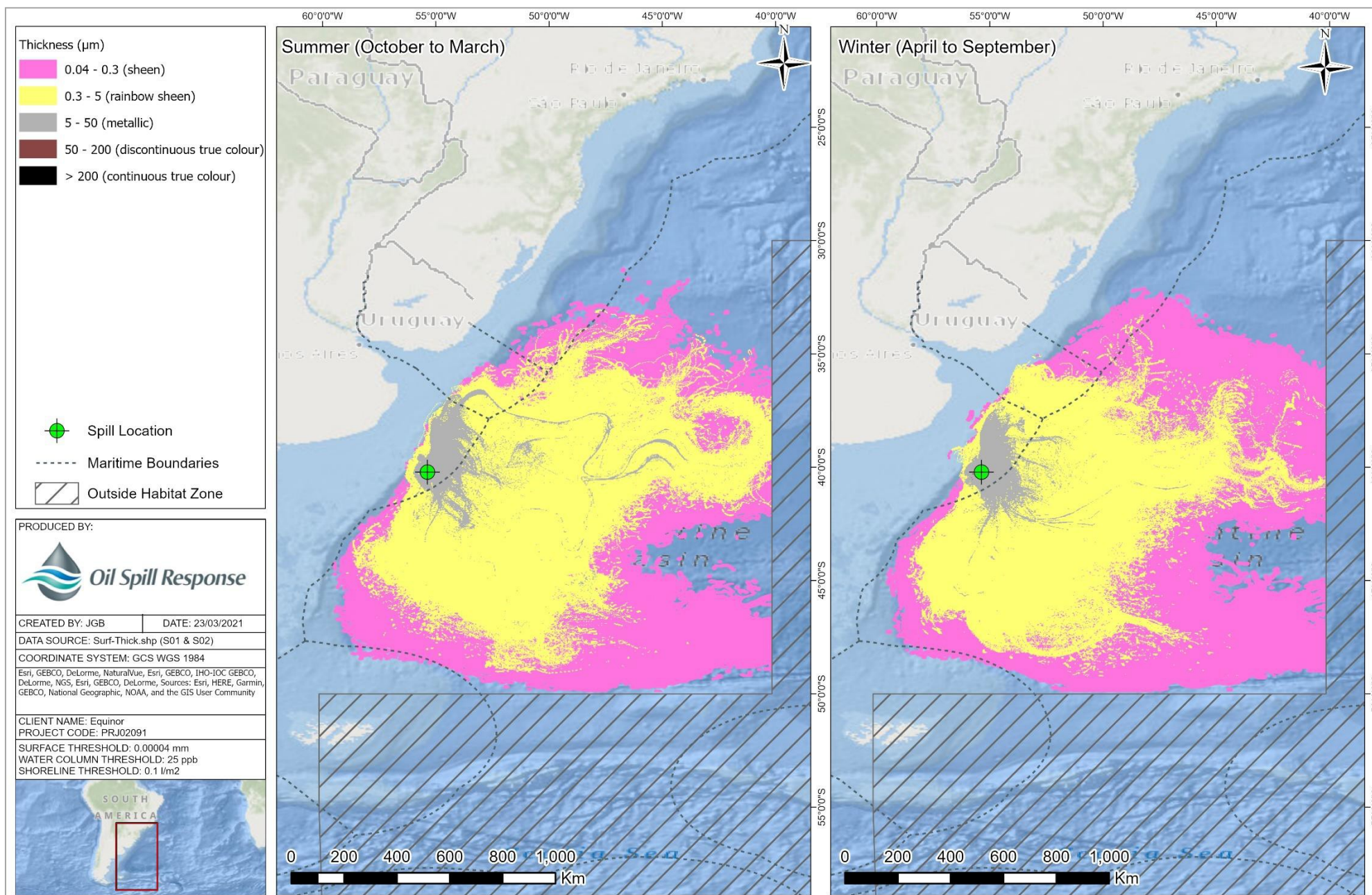


Figura 3: Espesor máximo de petróleo en la superficie del mar de un derrame de crudo después de un reventón submarino.



## 1. Impacto en la columna de agua

Las siguientes figuras ilustran el impacto en la columna de agua del petróleo de un derrame de petróleo crudo, durante ambas estaciones. La Figura 4 ilustra la probabilidad de la extensión de los aceites, la Figura 5 ilustra el tiempo mínimo de llegada del petróleo para llegar a la superficie y la Figura 6 ilustra la máxima concentración de aceite en la columna de agua. En el cuadro 6 se resume el impacto de la columna de agua en las aguas de los países vecinos.

**Tabla 6: Estadísticas de riesgo en la columna de agua después de un reventón submarino – País**

Impacto en la Columna de Agua								
Country	Verano (octubre a marzo)				Invierno (abril a septiembre))			
	Probabilidad	P100	P95	P50	Probabilidad	P100	P95	P50
		Tiempo de Llegada				Tiempo de Llegada		
Argentina	100%	0 días, 0 horas. El derrame ocurre dentro de aguas argentinas			100%	0 días, 0 horas. El derrame ocurre dentro de aguas argentinas		
Brasil	14%	30 días, 15 horas	64 días, 9 horas	N/A	5%	43 días, 6 horas	N/A	N/A
Islas Malvinas	0%	N/A	N/A	N/A	<1%	109 días, 18 horas	N/A	N/A
Uruguay	48%	10 días, 15 horas	17 días, 6 horas	N/A	69%	10 días, 6 horas	17 días, 6 horas	67 días, 0 horas

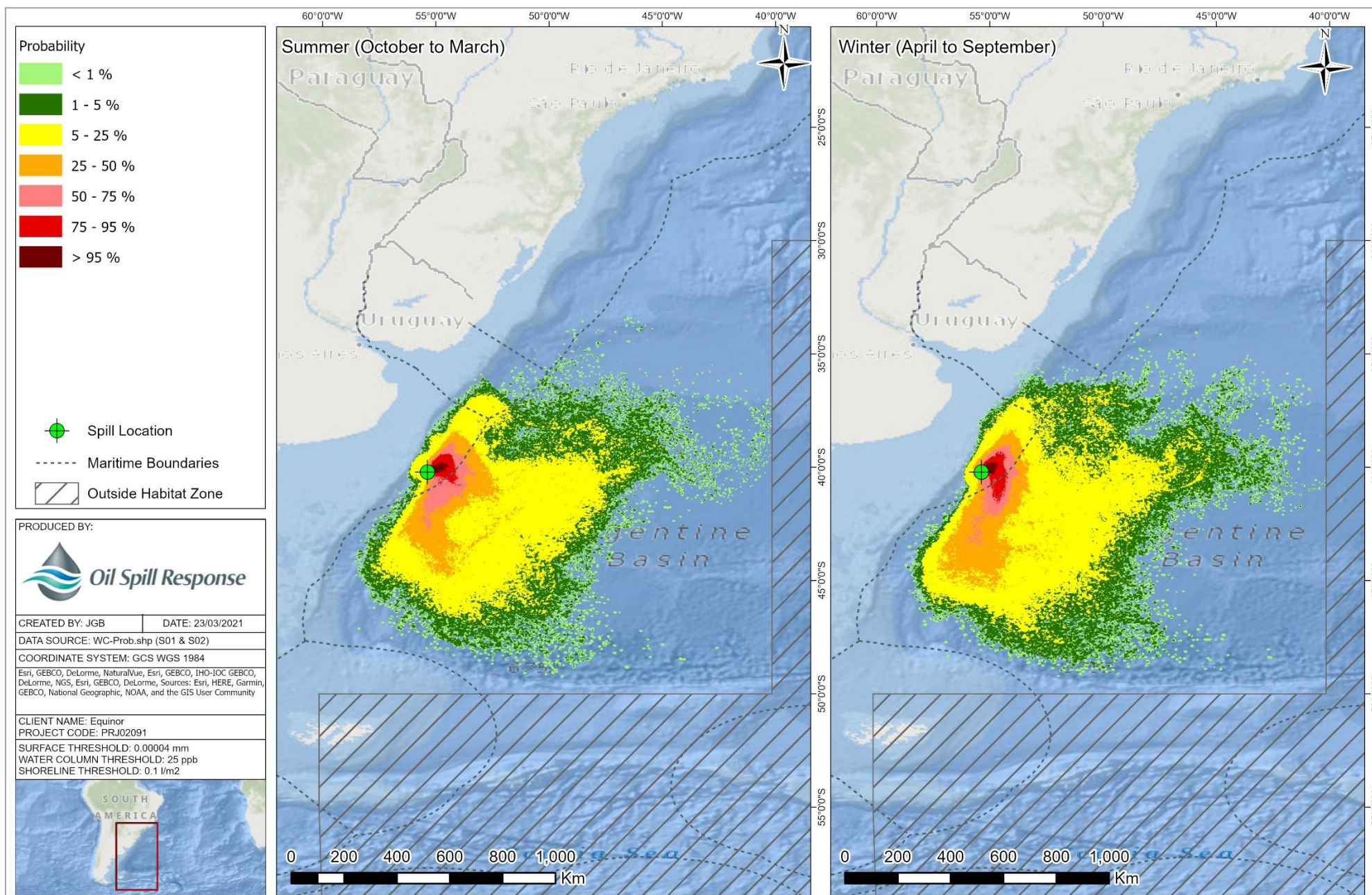


Figura 4: Probabilidad de que el petróleo contamine la columna de agua de un derrame de crudo después de un reventón submarino.



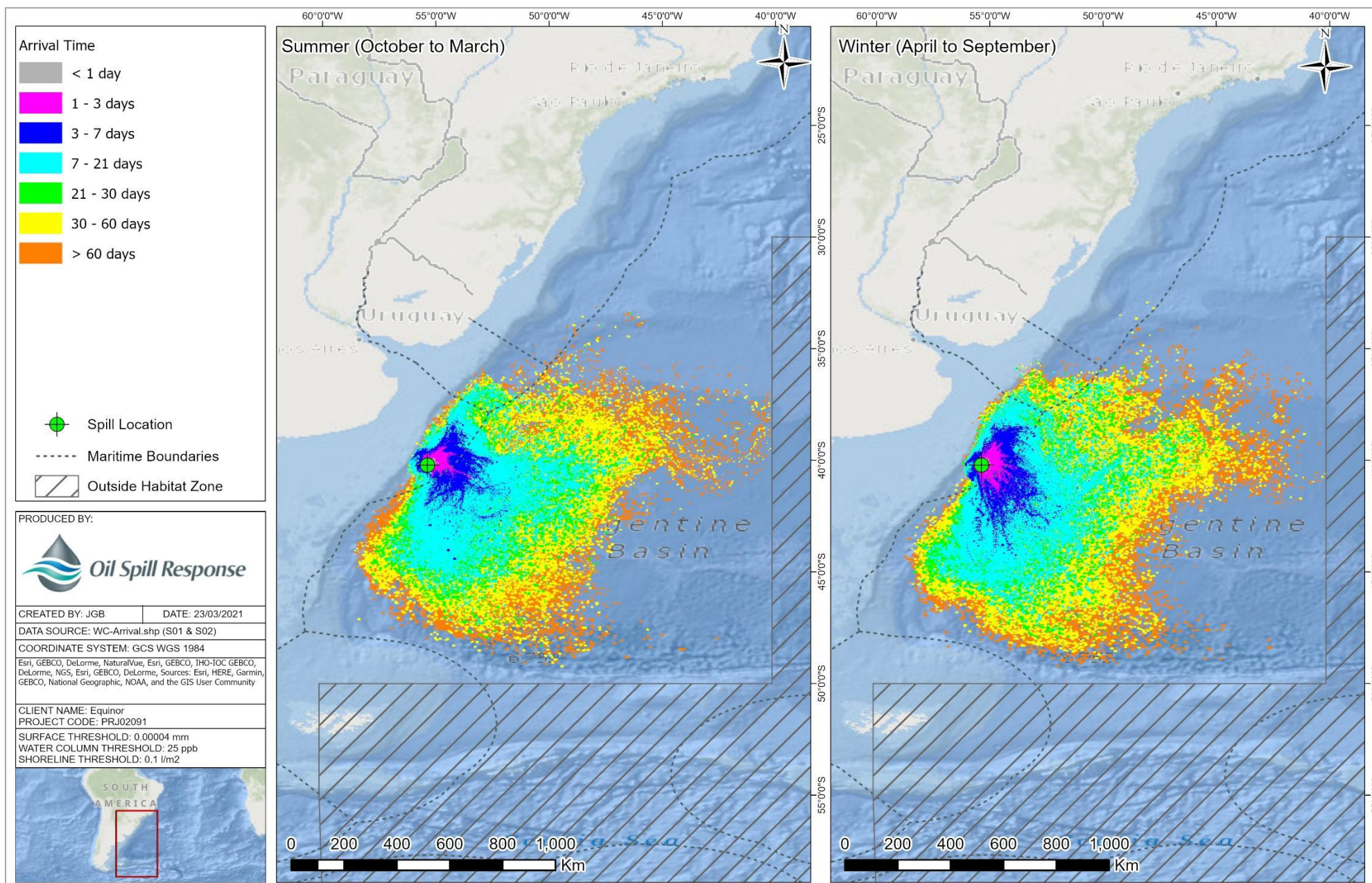


Figura 5: Tiempo mínimo para que el petróleo llegue dentro de la columna de agua de un derrame de crudo después de un reventón submarino.



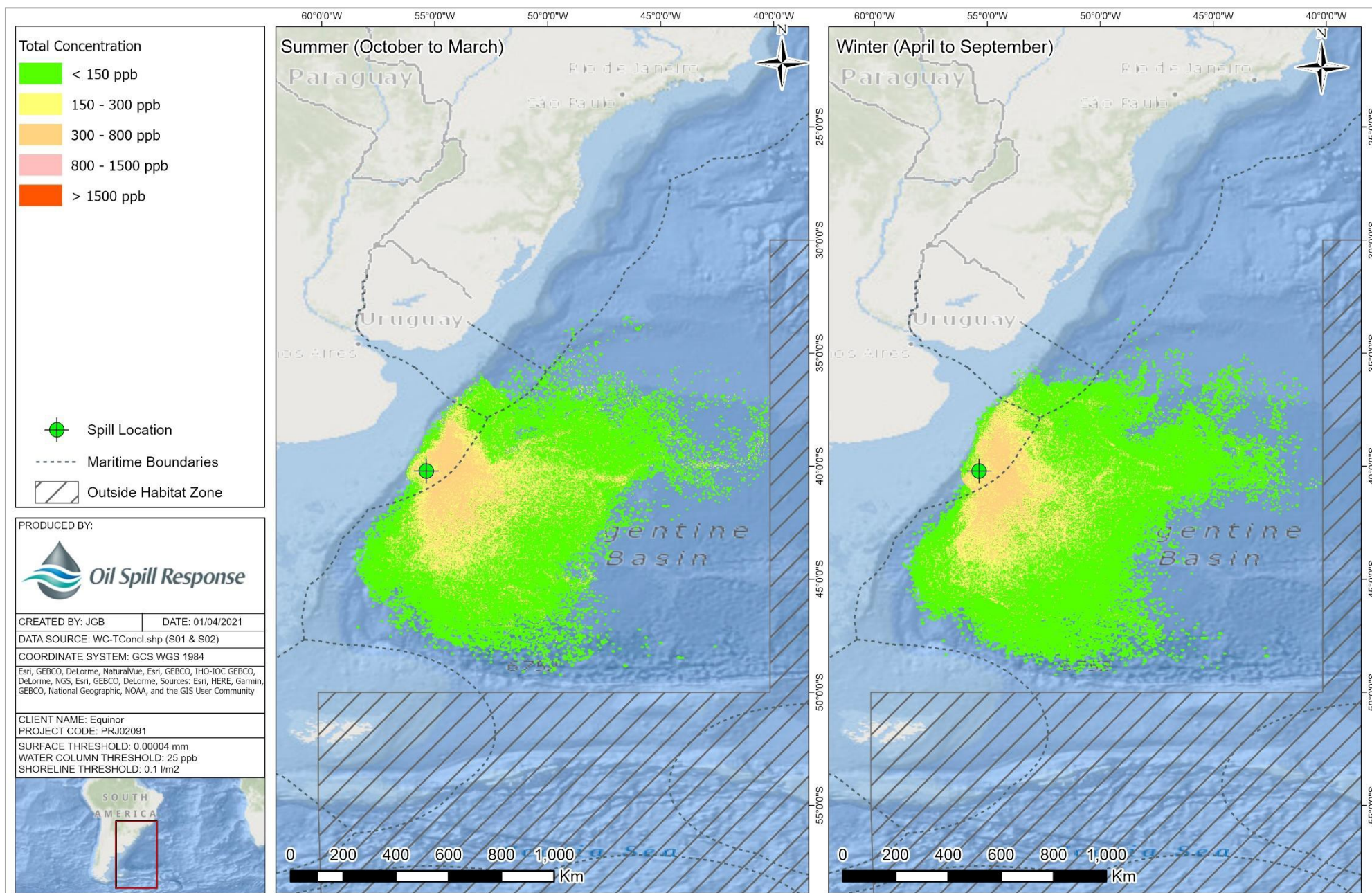


Figura 6: Concentración máxima de petróleo dentro de la columna de agua de un derrame de crudo después de un revenón submarino.

### 1.3 Impacto en la costa

No se predijo ningún impacto en la costa durante ninguna de las dos temporadas.

## 2 RESULTADOS ESTOCÁSTICOS – REVENTÓN SUPERFICIAL

### 2.1 Impacto en la superficie

Las siguientes figuras ilustran el impacto superficial del petróleo de un derrame de petróleo crudo, durante ambas temporadas. La Figura 7 ilustra la probabilidad de la extensión de los aceites, la Figura 8 ilustra el tiempo mínimo de llegada del aceite a la superficie y la Figura 9 ilustra el espesor máximo del aceite en la superficie (µm). En el cuadro 7 se resumen los efectos superficiales en las aguas de los países vecinos.

**Cuadro 7: Estadísticas de riesgo de la superficie del agua tras un reventón superficial - País**

Impacto en Superficie								
País	Verano (octubre a marzo)				Invierno (abril a septiembre)			
	Probabilidad	P100	P95	P50	Probabilidad	P100	P95	P50
		Tiempo de Llegada				Tiempo de Llegada		
Argentina	100%	0 días, 0 horas. El derrame ocurre en aguas Argentinas			100%	0 días, 0 horas. El derrame ocurre en aguas Argentinas		
Brasil	61%	20 días, 3 horas	24 días, 9 horas	48 días, 6 horas	57%	11 días, 12 horas	23 días 6 horas	51 días, 3 horas
Islas Malvinas	7%	37 días, 9 horas	54 días, 15 horas	N/A	6%	25 días, 3 horas	56 días, 12 horas	N/A
Uruguay	87%	8 días, 6 horas	12 días, 3 horas	30 días, 15 horas	88%	7 días, 18 horas	11 días, 12 horas	25 días, 18 horas



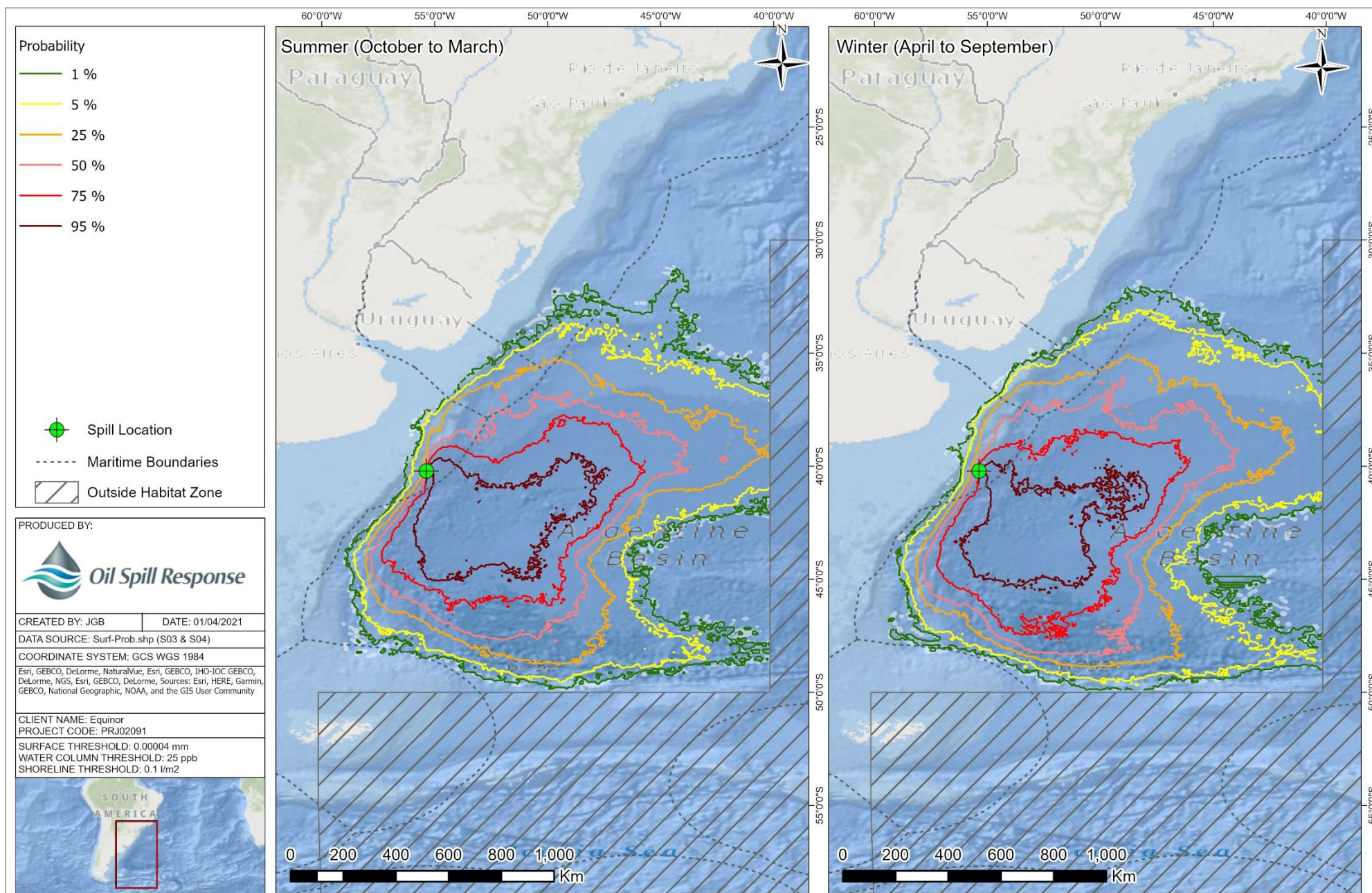


Figura 7: Probabilidad de que el petróleo contamine la superficie del mar por un derrame de crudo después de un reventón superficial.



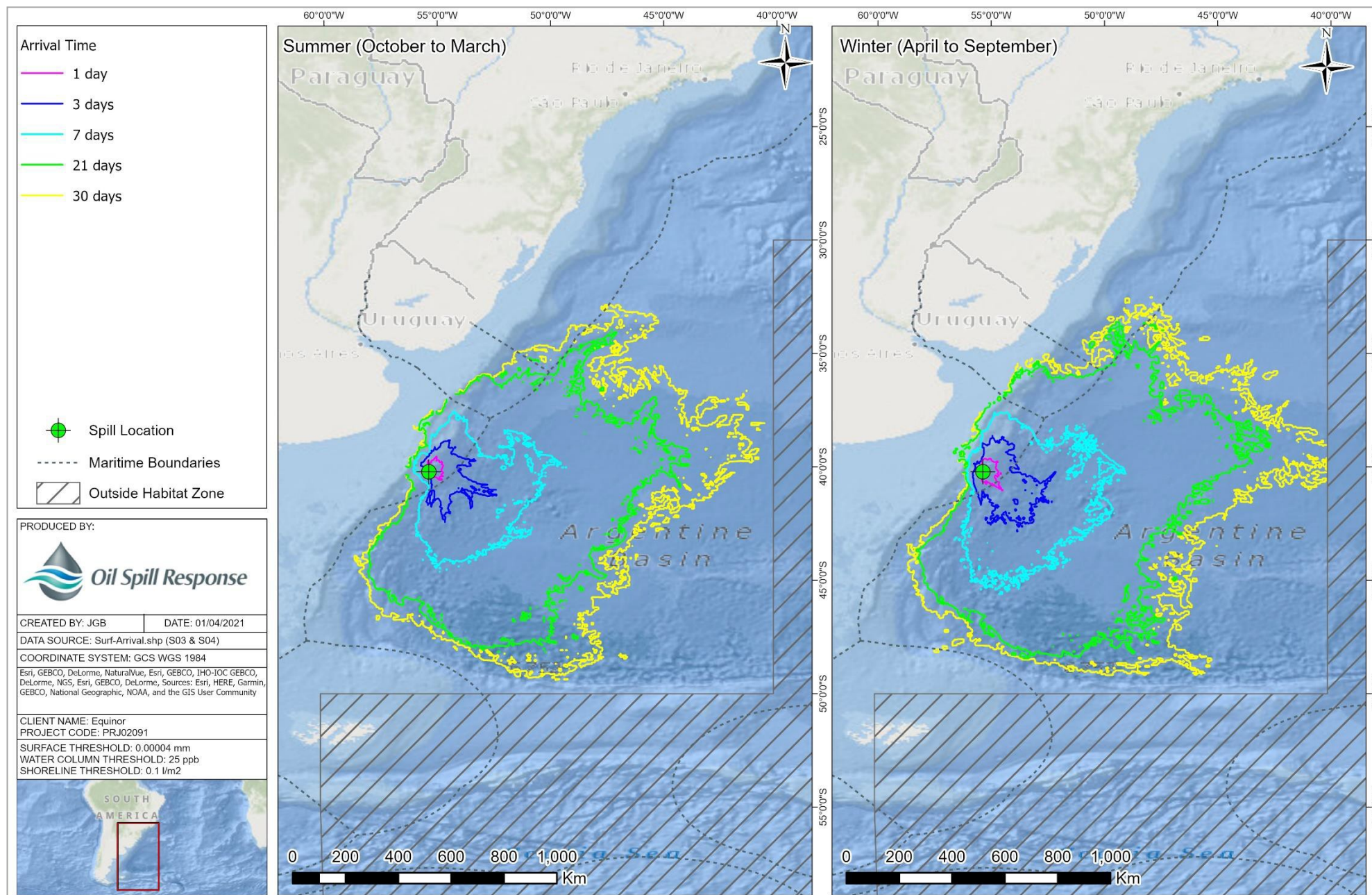


Figura 8: Tiempo mínimo para que el petróleo llegue a la superficie del mar a partir de un derrame de crudo después de un reventón superficial.



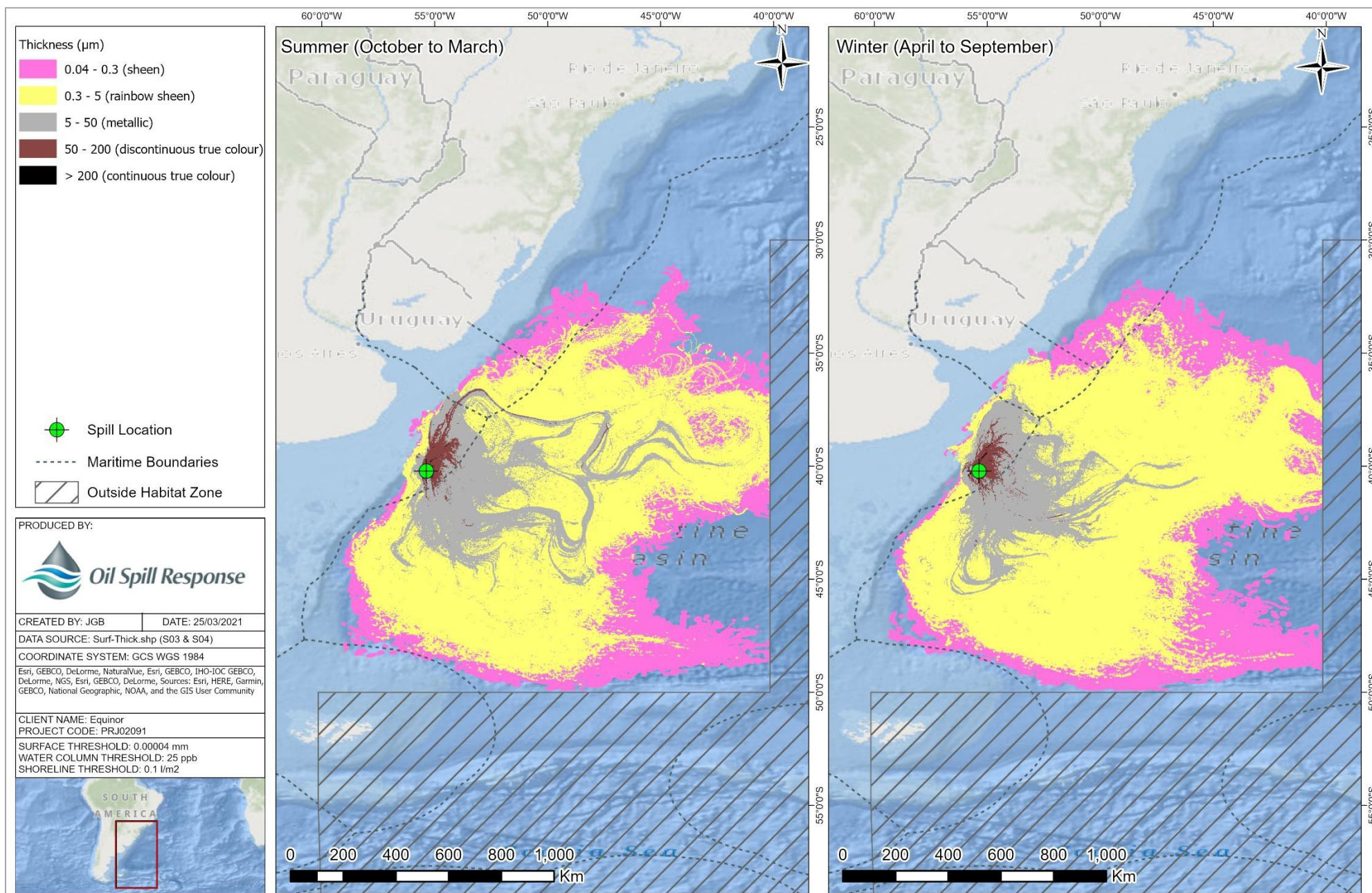


Figura 9: Espesor máximo de petróleo en la superficie del mar de un derrame de crudo después de un reventón superficial.



## 2.2 Impacto en la Columna de Agua

Las siguientes figuras ilustran el impacto en la columna de agua del petróleo de un derrame de petróleo crudo, durante ambas estaciones. La Figura 10 ilustra la probabilidad de la extensión de los aceites, la Figura 11 ilustra el tiempo mínimo de llegada del petróleo a la superficie y la Figura 12 ilustra la concentración máxima de aceite en la columna de agua. En el cuadro 8 se resume el impacto en la columna de agua en las aguas de los países vecinos.

**Tabla 8: Estadísticas de riesgo de la columna de agua después de un reventón superficial - País**

Impacto en la Columna de Agua								
País	Verano (Octubre a Marzo))				Invierno (abril a septiembre)			
	Probabilidad	P100	P95	P50	Probabilidad	P100	P95	P50
		Arrival Time				Arrival Time		
Argentina	100	0 días, 0 horas. El derrame ocurre en aguas Argentinas			100	0 días, 0 horas. El derrame ocurre en aguas Argentinas		
Brazil	16	24 días, 9 horas	36 días, 12 horas	N/A	16	20 días, 3 horas	32 días, 0 horas	N/A
Falkland Islands	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	N/A	N/A
Uruguay	57	9 días, 21 horas	15 días, 3 horas	49 días, 0 horas	69	8 días, 6 horas	13 días, 6 horas	36 días, 12 horas

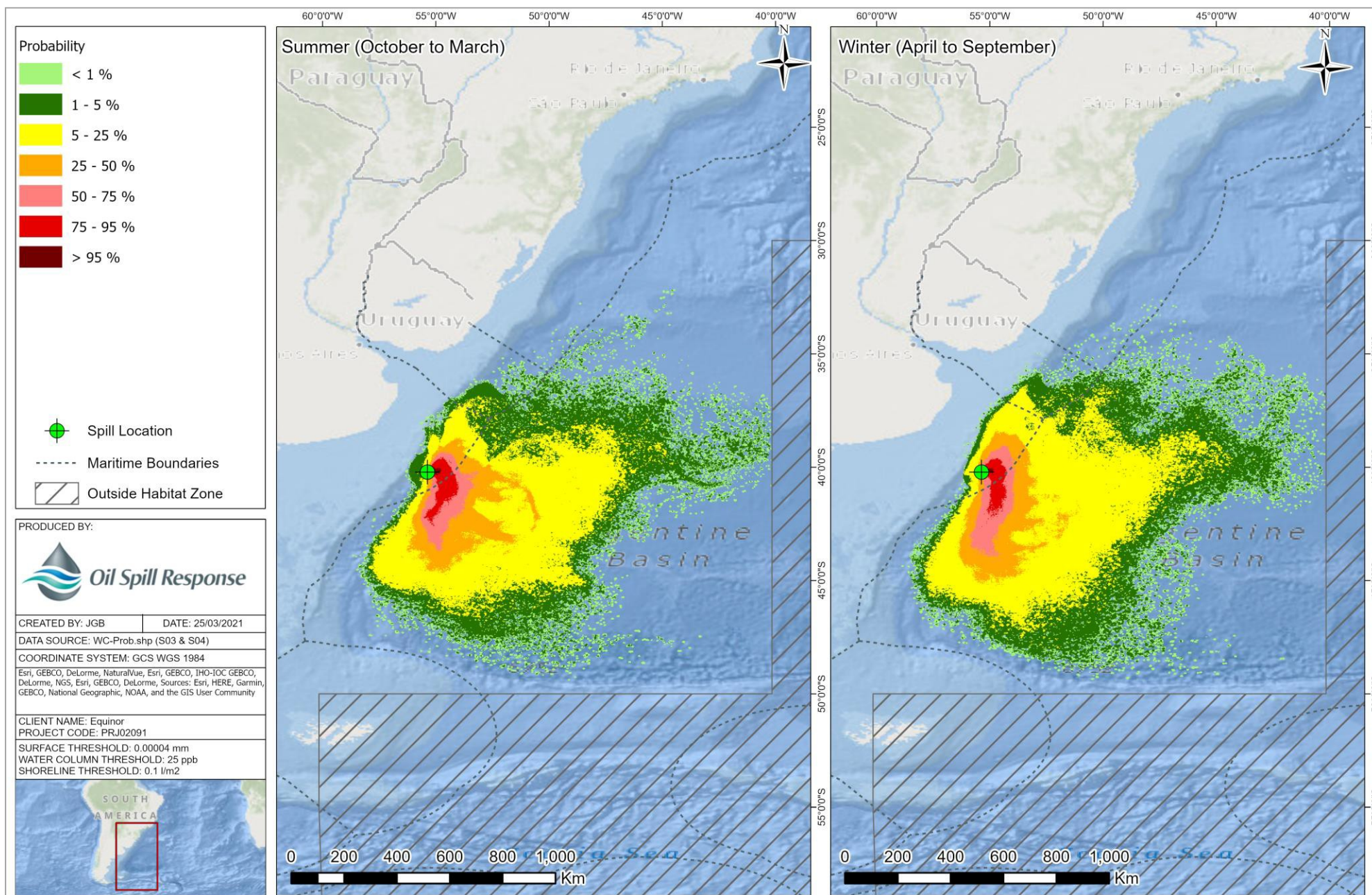


Figura 10: Probabilidad de que el petróleo contamine la columna de agua en un derrame de crudo después de un reventón superficial .



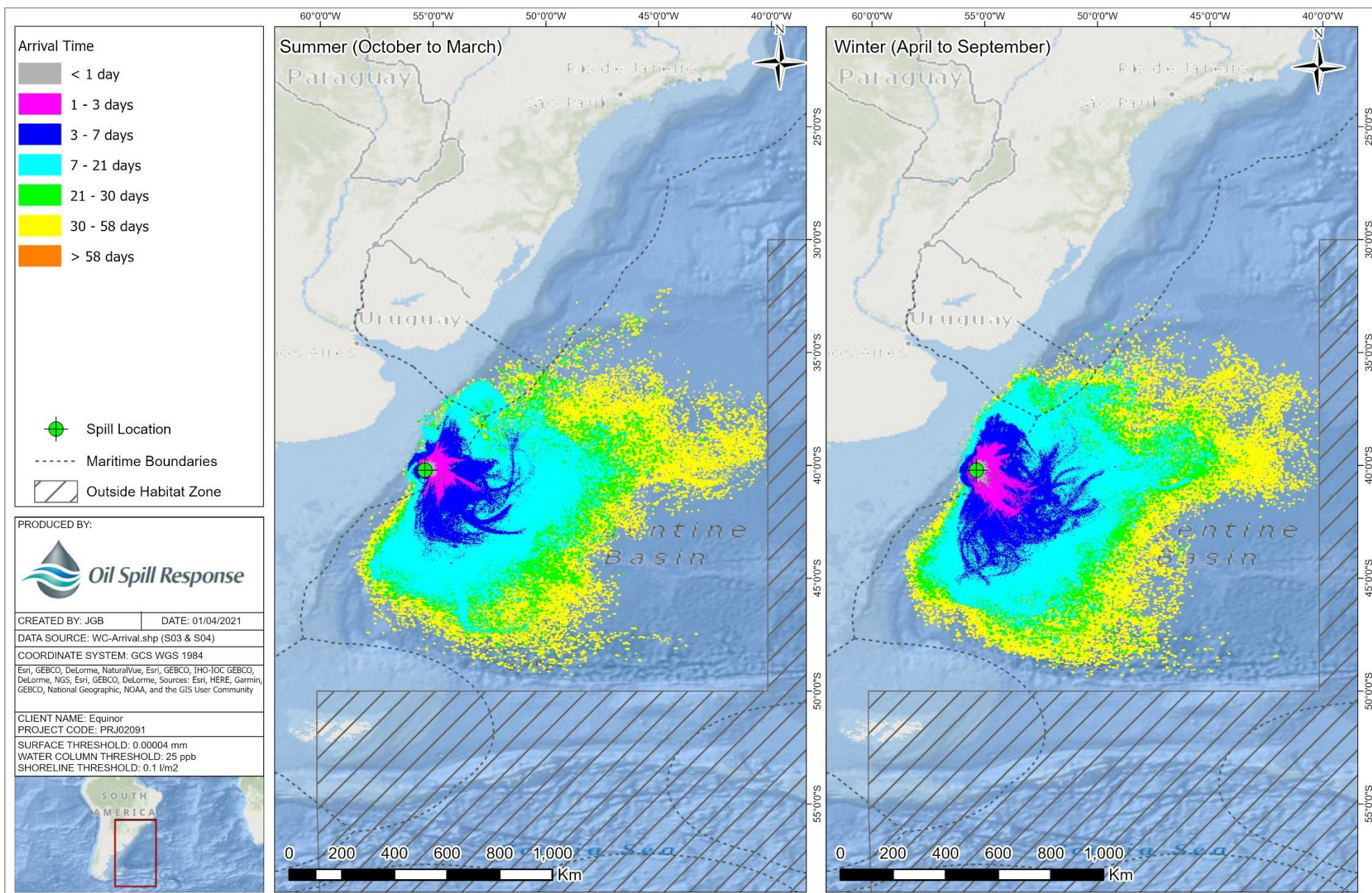


Figura 11: Tiempo mínimo para que el petróleo llegue a la columna de agua en un derrame de crudo después de un reventón superficial.



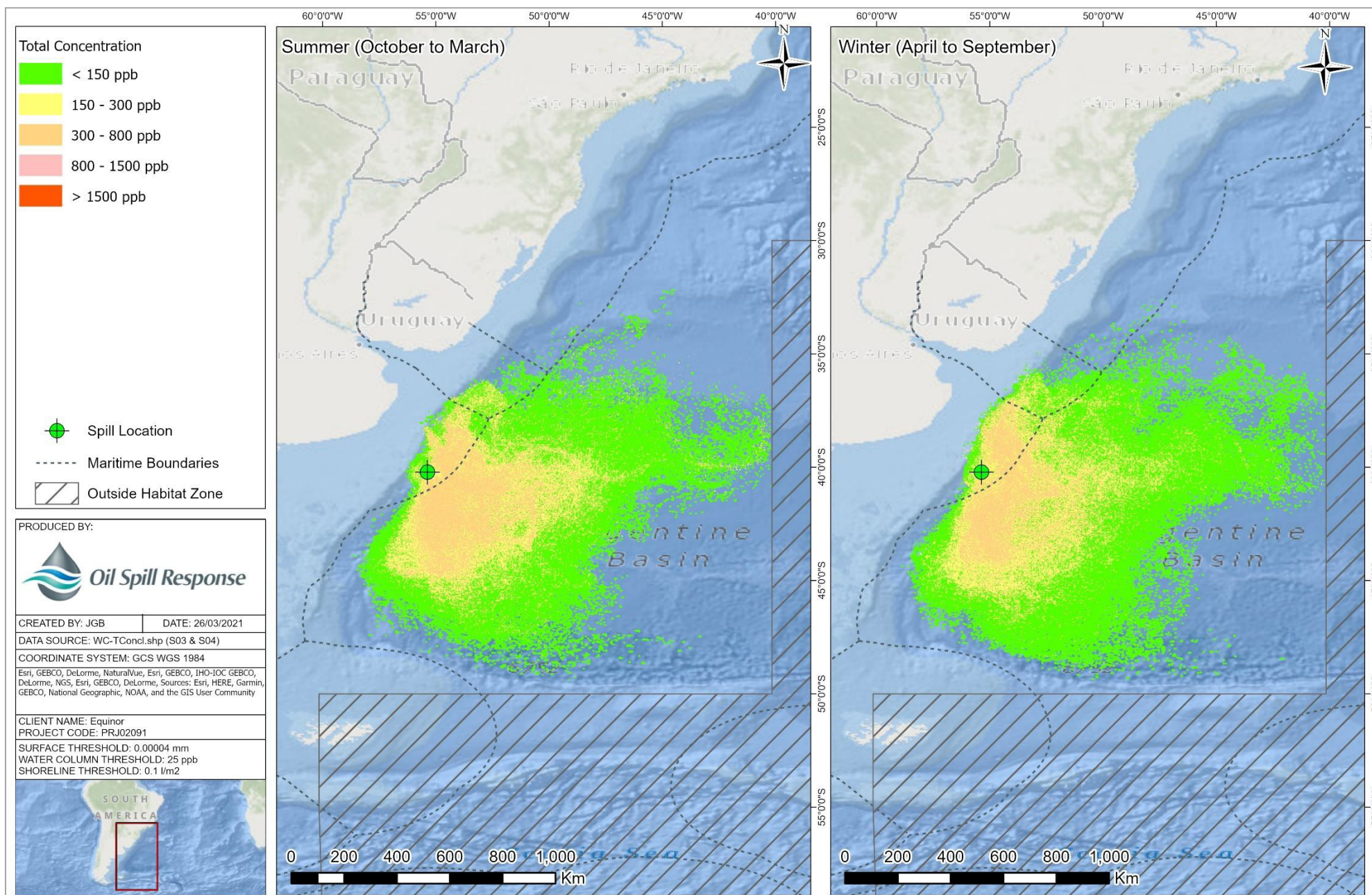


Figura 12: Concentración máxima de petróleo en la columna de agua de un derrame de crudo después de un reventón superficial .

## 2.3 Impacto en las costas

No se predijo ningún impacto en la costa durante ninguna de las dos temporadas.

### 3 RESULTADOS DE TRAYECTORIA

El modelado determinista (también conocido como trayectoria) se utiliza para pronosticar el destino y el comportamiento del petróleo a partir de una sola ejecución de modelo, con un solo derrame hipotético de petróleo crudo sometido a un solo conjunto de condiciones climáticas y oceánicas **realistas** extraídas de la base de datos histórica de vientos y corrientes.

Este tipo de modelado se utiliza comúnmente para investigar el destino y los efectos de escenarios representativos de derrames de petróleo crudo extraídos de modelos estocásticos. En este caso, se seleccionaron las condiciones climáticas y oceánicas que constituyen un escenario "típico". "Típico" se definió como la situación que resulta en el área mediana afectada por el aceite de espesor metálico o superior.

Las salidas producidas proporcionan una representación más realista de cómo se vería un solo derrame de petróleo crudo y el área a la que puede afectar..

Las trayectorias seleccionadas de este escenario se indican en la Tabla 9 y la Tabla 10. Los resultados se ilustran en la Figura 13 y la Figura 15 como espesor máximo de aceite en la superficie ( $\mu\text{m}$ ). Los gráficos de balance de masa de la trayectoria que muestran la meteorización del petróleo a lo largo del tiempo se dan en la Figura 14 y la Figura 16.

**Tabla 9: Trayectoria extraída de las simulaciones de reventón submarinos**

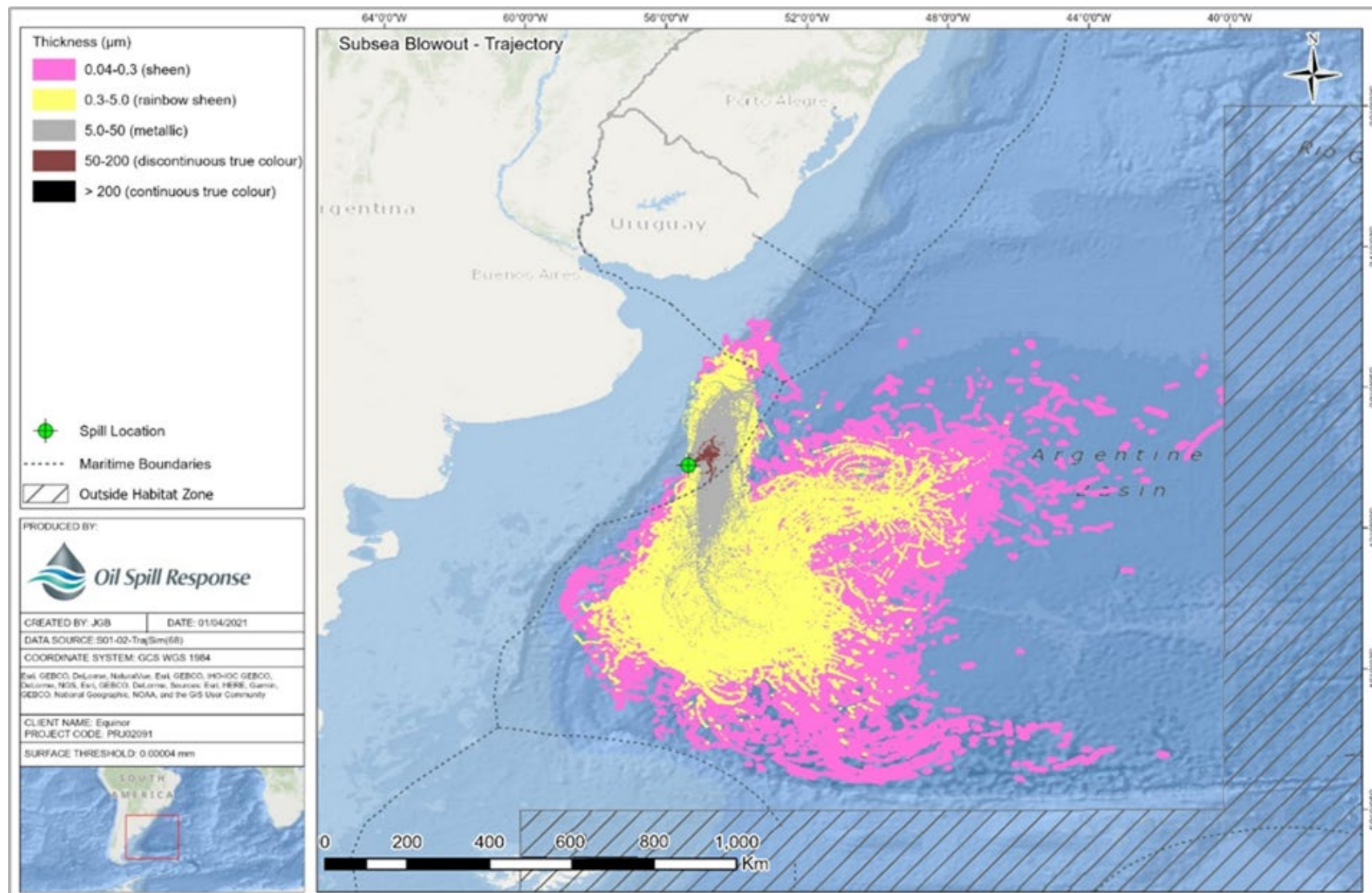
Escenario	Número de trayectoria	Fecha de inicio de la simulación	Área afectada por espesor metálico o Mayor
Promedio del área impactada	68	23-Ago-2016 20:00 GMT	11,187 km <sup>2</sup>

**Tabla 10: Trayectoria extraída de las simulaciones de reventón superficial**

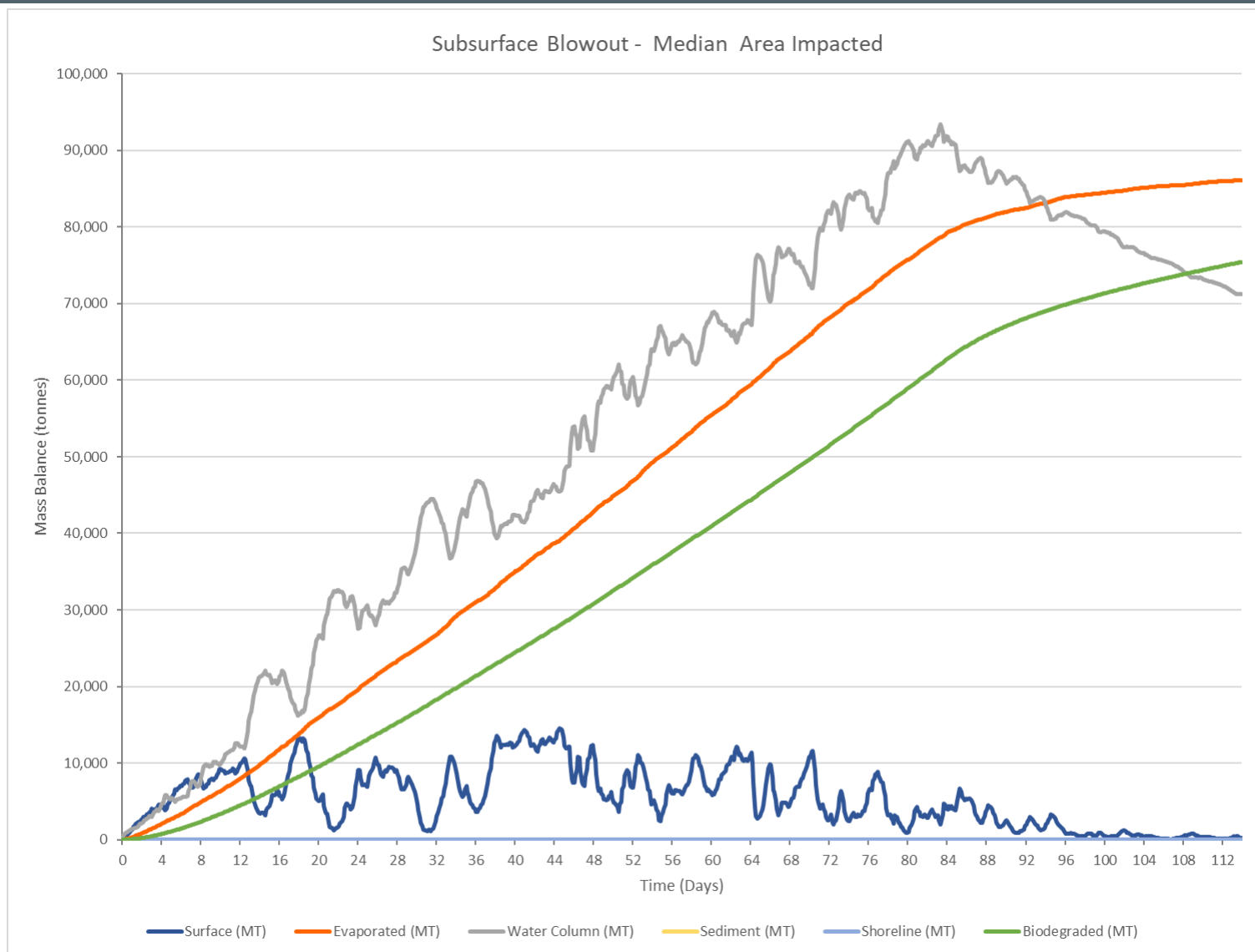
Escenario	Número de trayectoria	Fecha de inicio de la simulación	Área afectada por espesor metálico o Mayor
Promedio del área impactada	01	01-Abr-2014 00:00 GMT	26,073 km <sup>2</sup>



### 3.1 Reventón Submarino



**Figura 13: Espesor máximo de aceite superficial experimentado en una sola simulación de reventón submarino.**



**Figura 14: Gráfico de balance de masa que muestra cómo se libera el petróleo a lo largo del tiempo para una sola simulación de reventón submarino**

### 3.2 Reventón Superficial

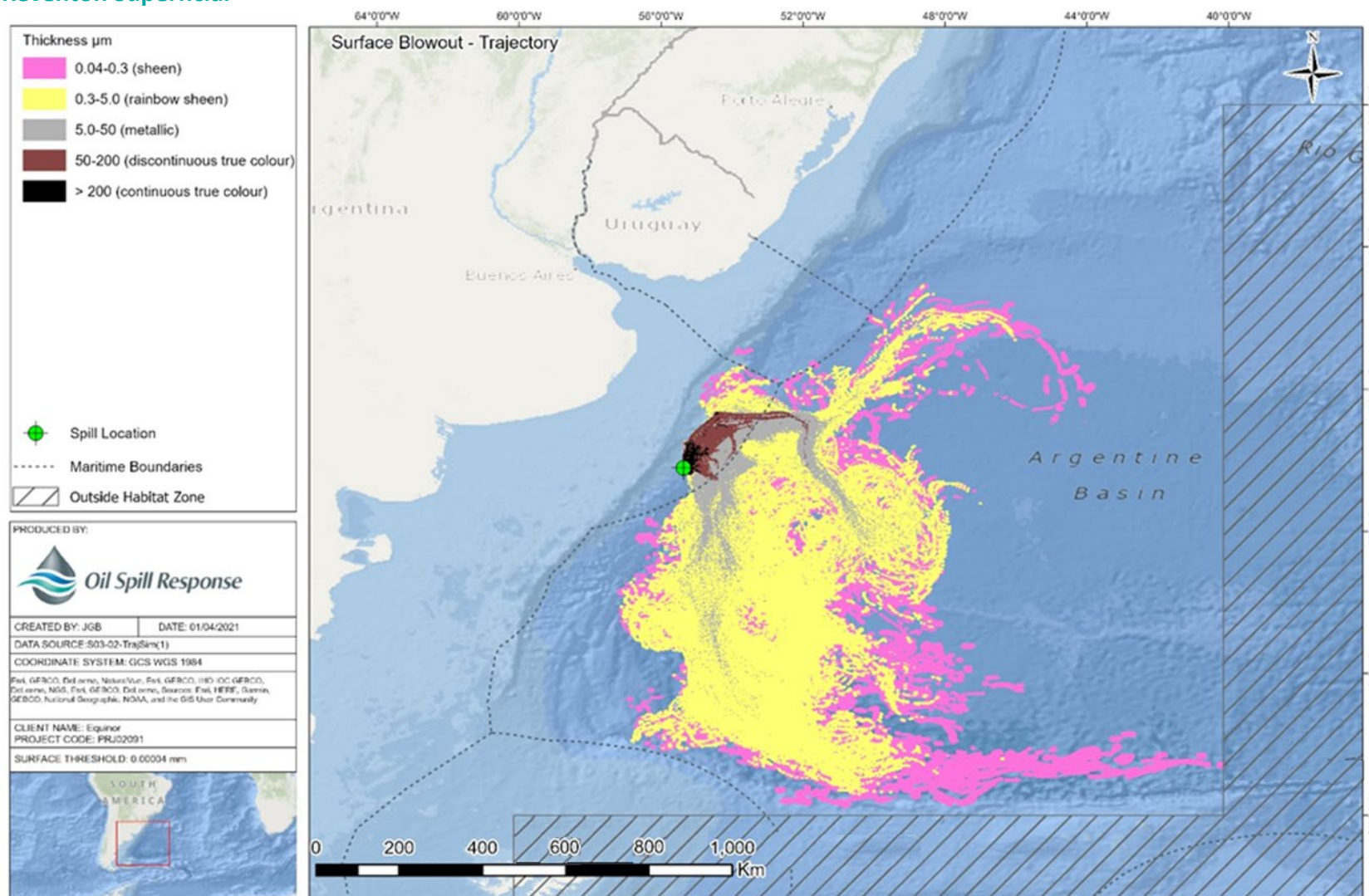


Figura 15: Espesor máximo de aceite superficial experimentado en una sola simulación de reventón superficial .





**Figura 16: Gráfico de balance de masa que muestra cómo se libera el petróleo a lo largo del tiempo para una sola simulación de un reventón superficial**

## 4 CONCLUSIÓN

Las siguientes conclusiones se extraen de los resultados de un reventón submarina modelada con una liberación continua de 3.380 m<sup>3</sup>/día, durante 84 días, desde el pozo Archgerich-1.

### Superficie

- En ambas estaciones, el petróleo de superficie viaja predominantemente hacia el este. Existe una alta probabilidad de que el petróleo cruce a las aguas de Uruguay (100% y 96% para las temporadas de verano e invierno, respectivamente). El petróleo podría llegar en tan solo 8 días, pero el tiempo promedio es de 30-40 días.
- En ambas estaciones, el petróleo en superficie también viaja más al norte, aunque con menos probabilidades. El petróleo puede cruzar a las aguas de Brasil tanto en la temporada de verano como en la de invierno (73% y 68% respectivamente).
- La propagación del petróleo superficial es generalmente similar en ambas estaciones, con poca variación observada en el área general de posible impacto.

### Columna de agua

- En ambas estaciones, las aguas de Uruguay pueden verse afectadas por el petróleo dentro de la columna de agua (48% verano, 69% invierno). Las concentraciones de petróleo por encima del umbral de 25ppb podrían llegar en tan solo 10 días, pero el valor de P95 da un peor caso más realista de 17 días.
- En ambas estaciones, la propagación del petróleo dentro de la columna de agua es generalmente similar.
- Las aguas de Brasil y las Islas Malvinas pueden recibir algún impacto, pero esto es de menor probabilidad.

### Costa

- No se predijo ningún impacto en la costa



Las siguientes conclusiones se extraen de los resultados de la modelación de un reventón superficial modelado con una liberación continua de 10.538m<sup>3</sup>/día, durante 28 días, desde el pozo Archgerich-1.

### Superficie

- En ambas estaciones, el petróleo de superficie viaja predominantemente hacia el este. Existe una alta probabilidad de que el petróleo cruce a las aguas de Uruguay (87% y 88% para las temporadas **de verano e invierno**, respectivamente). El petróleo podría llegar en tan solo 7 días, pero el **tiempo** promedio es de 25-30 días.
- En ambas estaciones, el petróleo de superficie también viaja más al norte, aunque con menos probabilidades. El petróleo puede cruzar a las aguas de Brasil tanto en la temporada de verano como en la de invierno (61% y 57% respectivamente).
- La propagación del petróleo de superficie es generalmente similar en ambas estaciones, siendo empujado hacia el este con poca variación en el área general de posible impacto..
- En comparación con el reventón submarino, el superficial da como resultado un aceite más grueso presente en la superficie del mar. Esto es de esperarse ya que hay menos mezcla del aceite antes de llegar a la superficie..

### Columna de Agua

- En ambas estaciones, las aguas de Uruguay pueden verse afectadas por el petróleo dentro de la columna de agua (57% verano y 69% invierno). Las concentraciones de petróleo por encima del umbral de 25ppb podrían llegar en tan solo 8 días, pero el valor de P95 da un **peor caso** más realista de 13 días.
- En ambas estaciones, la propagación del aceite dentro de la columna **de** agua es generalmente similar .
- Las aguas de las Islas Malvinas pueden recibir algún impacto, pero esto es de menor probabilidad..

### Costa

- No se predijo ningún impacto en la costa

## APÉNDICE A. CONFIGURACIÓN DEL MODELO

	Subsea Well Blowout	Surface Well Blowout
Latitud	40° 13' 1.6756" S	40° 13' 1.6756" S
Longitud	055° 22' 12.3985" W	055° 22' 12.3985" W
Estación del año	Abril a Septiembre Octubre a Marzo	Abril a Septiembre Octubre a Marzo
Profundidad del derrame	1,535m	Superficie
Gasto del derrame	3,380 m <sup>3</sup> /day	10,538 m <sup>3</sup> /day
Duración del derrame	84 días	28 días
Duración después del derrame	30 días	30 días
Duración total del modelado	114 días	58 días
API Gravity	38.2	38.2
Gravedad específica	0.834	0.834
Viscosidad(cP)	21 cP	21 cP
Punto de vertido (°C)	-3°C	-3°C
Ceras (%)	4.19	4.19
Asfaltenos(%)	0.09	0.09
Diámetro del agujero de salida (m)	0.47	N/A
Relación de Gas a Aceite (GOR, Sm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	155	N/A
Densidad del gas (kg/Sm <sup>3</sup> )	0.8	N/A



## APÉNDICE B. DATOS METEOROLOGICOS Y OCEÁNICOS

**Tabla 11: Datos de las corrientes – descripción general.**

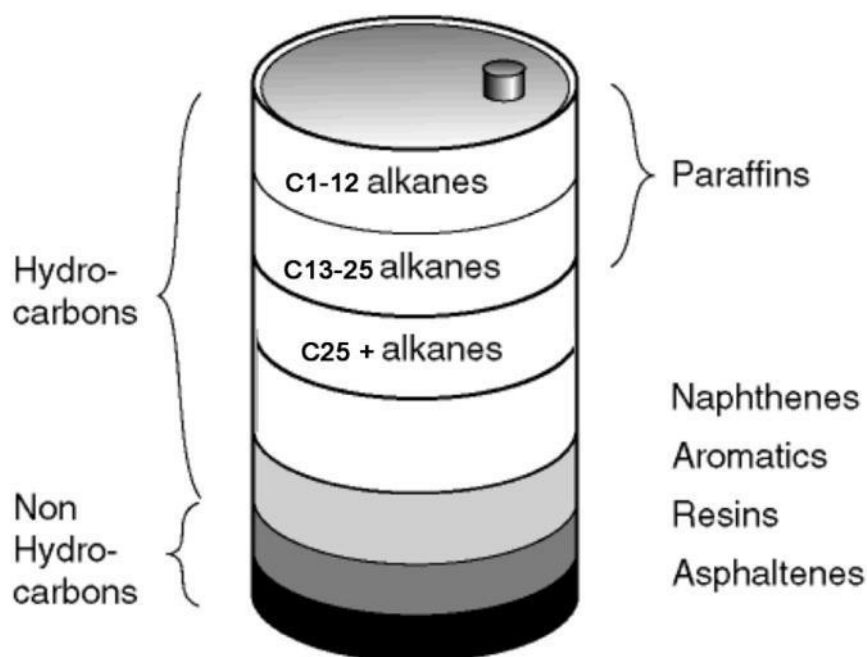
<b>OSRL Ref.</b>	P02091-Curr02		
<b>Descripción</b>	Reanálisis físico oceánico global obtenido de <a href="https://marine.copernicus.eu/">https://marine.copernicus.eu/</a> Further información disponible en: <a href="https://resources.marine.copernicus.eu/documents/PUM/CMEMS-GLO-PUM-001-030.pdf">https://resources.marine.copernicus.eu/documents/PUM/CMEMS-GLO-PUM-001-030.pdf</a>		
<b>Tiempo de inicio</b>	Enero 2014	<b>Resolución espacial</b>	~1/12°
<b>Tiempo de finalización</b>	Diciembre 2018	<b>Resolución temporal</b>	24 Hora
<b>Profundidades</b>	39 capas de 0m a 1,685m		

**Table 12: Datos del viento – descripción general.**

<b>OSRL Ref.</b>	P02091-Wind03		
<b>Descripción</b>	NCEP Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) Saha, S, S. Moorthi, X. Wu, J. Wang, and Coauthors, 2014: The NCEP Climate Forecast System Version 2. Journal of Climate, 27, 2185–2208, <a href="https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00823.1">doi:10.1175/JCLI-D-12-00823.1</a> (link is external).		
<b>Tiempo de inicio</b>	Enero 2014	<b>Resolución espacial</b>	~1/4°
<b>Tiempo de finalización</b>	Diciembre 2018	<b>Resolución temporal</b>	1 hora
<b>Altitudes</b>	El conjunto de datos incluye valores medios horarios de la velocidad del viento a 10 m sobre el nivel del mar .		

## APÉNDICE C. CARACTERÍSTICAS Y COMPORTAMIENTO DEL PETRÓLEO

Los componentes que se encuentran en el petróleo crudo se clasifican en dos grupos principales: hidrocarburos y no hidrocarburos (ver Figura 30). Si el petróleo es rico en alcanos C1-12, es particularmente ligero, ya que estos son componentes más ligeros que los alcanos C25 +. Por el contrario, si el petróleo contiene altas cantidades de alcanos C25+, resinas y asfaltenos, es pesado.



**Figura 17: La composición química del petróleo crudo.**

La composición química del aceite es importante cuando se predice cómo se descompondrá o meteorizará. Por ejemplo, es probable que el aceite que contiene principalmente componentes ligeros pierda un mayor volumen por evaporación que el petróleo pesado. Los aceites con cadenas de carbono superiores a 15 (C15+) no pueden evaporarse, incluso durante grandes tormentas. Las cadenas largas (por ejemplo, los alcanos C25+) tardan mucho tiempo en degradarse en la columna de agua. Los asfaltenos pueden aumentar la estabilidad del aceite, lo que le permite absorber agua, pero evita que la emulsión de aceite y agua se descomponga.

Como el petróleo crudo es una mezcla complicada de compuestos orgánicos, sus componentes deben analizarse para caracterizarlo con éxito (LECO Corporation, 2012). Los componentes del aceite se pueden "identificar" y trazar utilizando instrumentos de cromatografía de gases que se combinan con espectrómetros de masas (ver Bacher, 2014, para más información). Los resultados de la cromatografía de gases y la espectrometría de masas se convierten en una lista de 25 subcomponentes, desglosados en la base de datos de petróleo OSCAR. Cada uno de los 25 subcomponentes se caracteriza por el peso molecular, la densidad, la viscosidad, el punto de ebullición, la solubilidad en agua, la presión de vapor y el coeficiente de partición entre el aceite y el agua.

### La base de datos de aceite OSCAR

Una fortaleza del modelo OSCAR es que esta fundada en una base de datos observacional de las propiedades de meteorización del aceite (contenido máximo de agua, viscosidad, distribución del tamaño de las gotas, evaporación, emulsificación y dispersión, que se miden en una amplia gama de



condiciones). La base de datos de petróleo contiene información completa sobre la meteorización de 340 aceites crudos y productos derivados del petróleo. También contiene datos de ensayos para aproximadamente 170 otros aceites crudos (derivado de la base de datos HPI - HPI, 1987). Pero estos aceites no han sido probados en laboratorio, por lo que las estimaciones de modelos del proceso de meteorización se utilizan en lugar de los datos de observación. Esto reduce la fiabilidad del modelo.

### Selección del petróleo a ser usado en el modelo

Se seleccionó un aceite probado en laboratorio para este estudio de modelado que fue seleccionado por Equinor en función de las propiedades esperadas del aceite. Las propiedades del aceite modelado se muestran a continuación.

**Table 13: Properties of the modelled oil.**

Nombre	API	Gravedad específica	Viscosidad (cP)	Punto de vertido <sup>1</sup> (°C)	Contenido de ceras (%)	Asfaltenos (%)
Petróleo modelado	38.2	0.834	21 cP	-3 °C	4.19	0.09

<sup>1</sup> Debido a los algoritmos en el modelo, el punto de vertido es de menor importancia cuando se selecciona el petróleo a ser usado.

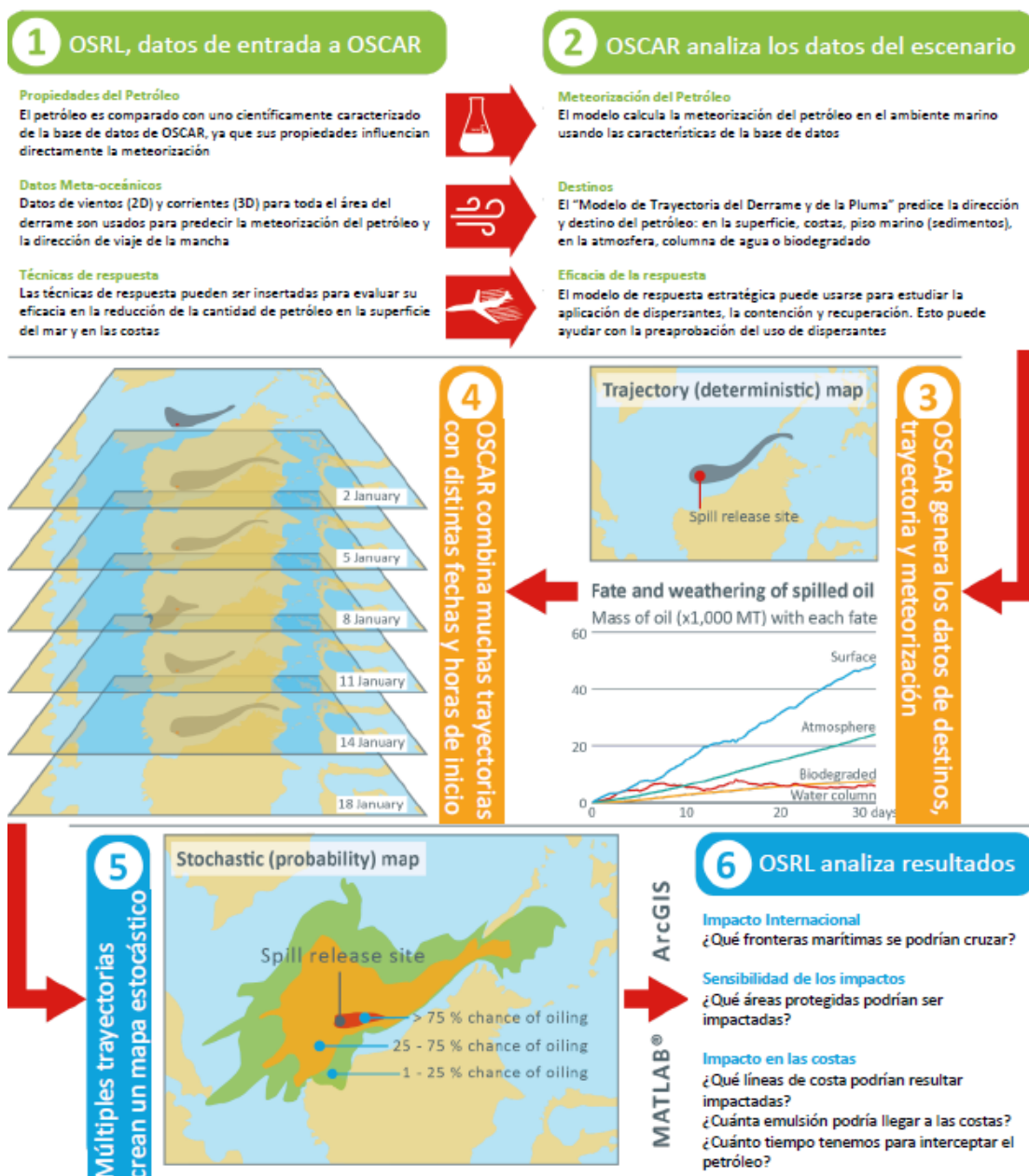
## APÉNDICE D. SOFTWARE Y METODOLOGÍA DE MODELADO DE DERRAMES DE PETRÓLEO

Este proyecto se completó utilizando la versión de OSCAR contenida en el Marine Environmental Modelling Workbench (MEMW) 12.1, un modelo que ha sido completamente validado y calibrado utilizando varias observaciones de campo de varios derrames experimentales de petróleo (Reed et al., 1995, 1996).

OSCAR predice el movimiento del aceite en la superficie del agua y en toda la columna de agua. OSCAR consta de varios módulos entrelazados que se activan según sea necesario. La siguiente infografía ilustra el proceso de modelado OSCAR.

### OSCAR: Entradas, Procesos, Salidas

Una breve explicación de la metodología OSCAR (Contingencia y respuesta a derrames de petróleo, por sus siglas en inglés)





## APÉNDICE E. GLOSARIO DE TÉRMINOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS

°C	Degrees Celsius (1.0°C = 33.8° Fahrenheit)
µm	Micrometre (1.0 µm = 10 <sup>-6</sup> m)
API	American Petroleum Institute
API Gravity	<p>API Gravity, like specific gravity, is a ratio between the densities of oil and water. Unlike specific gravity, API gravity is only used to describe oil, which it characterises as:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Light - API &gt; 31.1</li> <li>• Medium - API between 22.3 and 31.1</li> <li>• Heavy - API &lt; 22.3</li> <li>• Extra Heavy - API &lt; 10.0</li> </ul> <p>API Gravity is converted to Specific Gravity using the following formula:</p> $API\ gravity = (141.5 / Specific\ Gravity) - 131.5$ <p>An API of 10 is equivalent to water, so oils with an API above 10 will float on water while oils with an API below 10 will sink.</p> <p>See also: <i>Specific Gravity, API</i></p>
ArcGIS	A geographic Information System (GIS) used to present OSCAR outputs on maps.
Asphaltene Content	The asphaltenes present the crude oil components that are (1) insoluble in n-heptane at a dilution ratio of 40 parts alkane to 1 part crude oil and (2) re-dissolves in toluene. The asphaltenes include the crude oil material highest in molecular weight, polarity and aromaticity.
bbls	<p>Barrels of oil (a unit of volume).</p> <p>(1.0 bbls = 0.15899 m<sup>3</sup> and 1.0 m<sup>3</sup> = 6.2898 bbls)</p> <p>The conversion between mass and volume requires knowledge of the oil density.</p> <p>See also: <i>MT, API Gravity, Specific Gravity</i></p>
bbls/day	Barrels of oil per day (rate).
BONN Agreement	The BONN Agreement is an international standard and agreement on how to characterise and respond to pollution. Although aimed at pollution in the North Sea (Europe) many of the characterisation standards are internationally recognised.
FPSO	Floating Production Storage and Offloading - a floating vessel used for producing, processing and storing oil.
GOR	Gas to Oil Ratio - the ratio of volumetric flow of produced gas to the volumetric flow of oil. Although GOR is a ratio, the volume units must be known since gas and oil volumes are measured differently. GOR changes with temperature and pressure so the condition under which GOR is measured must be known.
ITOPF	The International Tanker Owners Pollution Federation Limited
km	Kilometres (1.0 km = 1,000 m) See also: <i>m</i>
m	Metres (1.0 km = 1,000 m) See also: <i>µm, km</i>
MATLAB	Matrix Laboratory - a multi-paradigm numerical computing environment and programming language used in this study for the manipulation of data outputs from OSCAR.

MEMW	<p>Marine Environmental Modelling Workbench - the modelling software package developed by SINTEF. The MEMW consists of three models:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DREAM (Dose, Risk and Effects Assessment Model)</b></li> <li>• <b>OSCAR (Oil Spill Contingency and Response Model)</b></li> <li>• <b>ParTrack Model</b></li> </ul> <p>When combined, these three models quantify the environmental effect of most chemical pollution activities. See also: <i>OSCAR, SINTEF</i></p>
MT	<p>Metric Tonnes - this is a unit of oil mass. (1.0 MT = 1,000 kg) The conversion between mass and volume requires knowledge of the oil's API or Specific Gravity as follows:</p> $\text{Barrels per metric ton} = 1 / [(141.5 / (\text{API} + 131.5)) \times 0.159]$ <p>See also: <i>bbls, API Gravity, Specific Gravity</i></p>
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration – an American scientific agency focussed on metocean conditions
OSCAR	<p>Oil Spill Contingency And Response A state of the art 3D oil spill model and simulation tool for predicting the fates and effects of oil released into the marine environment. Developed by SINTEF, it sits within the larger MEMW application. See also: <i>SINTEF, MEMW</i></p>
OSRL	Oil Spill Response Limited
Pour Point	The pour point of a liquid is the lowest temperature at which it shows flow characteristics. If ambient temperature is less than the liquid's pour point it will begin to solidify.
SCAT	Shoreline Cleanup Assessment Technique
SINTEF	SINTEF is an independent research organisation in Norway which develops the OSCAR model used in this study.
Specific Gravity	<p>Specific gravity is a ratio of the density of one substance to the density of a reference substance, usually water. Specific gravity of oil is a ratio of the density of oil to the density of water. See also: <i>API Gravity, bbls, MT</i></p>
Stochastic	<p>Stochastic (or probabilistic) results show the probability or likelihood of an event occurring. They provide statistical data that can be used to assess risk and identify worst-case scenarios. Stochastic results are achieved by combining many different trajectory simulations. See also: <i>Trajectory</i></p>
Trajectory	<p>Trajectory or deterministic results show the impact of a single spill event over time. Can be used to assess different response options such as booms, skimmers and dispersant. See also: <i>Stochastic</i></p>
UTC	Coordinated Universal Time
Wax Content	Represents the crude oil components that are soluble in higher molecular weight normal alkanes (n-heptane) but are insoluble in lower molecular weight alkanes (n-pentane).

## APÉNDICE F. REFERENCIAS

- Bacher, A.D. (2014) 'Gas Chromatography Theory', accessible online via:  
<http://www.chem.ucla.edu/~bacher/General/30BL/gc/theory.html>, last accessed 9<sup>th</sup> November 2018.
- HPI Consultants Inc. (1987) *HPI Crude Oil Assay Handbook*, First Edition, California: USA.
- The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF) (n.d.) 'Technical Information Paper 02: Fate of marine oil spills', accessible online via: <http://www.itopf.com/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-2-fate-of-marine-oil-spills/>, last accessed 9<sup>th</sup> November 2018.
- The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF) (n.d.) 'Technical Information Paper 06: Recognition of oil on shorelines', accessible online via:  
<http://www.itopf.com/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-6-recognition-of-oil-on-shorelines/>, last accessed 9<sup>th</sup> November 2018.
- LECO Corporation (2012) 'Analysis of Light Crude Oil Using Gas Chromatography – High Resolution Time-of-Flight Mass Spectrometry', Form No. 203-821-410 Rev0, accessible online via:  
<http://www.leco.com/index.php/component/edocman/?task=document.download&id=404&Itemid=404>, last accessed 27<sup>th</sup> June 2014.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2014) *National Oceanographic Data Center (NODC)*, World Ocean Atlas Select (WOAselect), accessible via:  
<http://www.nodc.noaa.gov/OC5/SELECT/woaselect/woaselect.html>, last accessed 14<sup>th</sup> April 2014.
- Oil Spill Response Ltd. (OSRL) 'Shoreline Cleanup and Assessment Technique (SCAT) Field Guide' accessible online via: <http://www.oilspillresponse.com/technical-development/technical-field-guides>, last accessed 29<sup>th</sup> October 2014.
- Reed, M., French, D., Rines, G. and Rye, H. (1995) 'A three-dimensional oil and chemical spill model for environmental impact assessment', paper presented at 1995 International Oil Spill Conference, pp.61-66.
- Reed, M., Aamo, O.M. and Downing, K. (1996) 'Calibration and Testing of IKU's Oil Spill Contingency and Response (OSCAR) Model System', paper presented at 1996 AMOP Oil Spill Conference.
- SINTEF (2014) 'OSCAR – Oil Spill Contingency and Response', accessible online via:  
<http://www.sintef.no/home/SINTEF-Materials-and-Chemistry/About-us/Software-development/OSCAR--Oil-Spill-Contingency-and-Response-/>, last accessed 14<sup>th</sup> April 2014.





República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
Las Malvinas son argentinas

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Documentación personal**

**Número:**

**Referencia:** Documentación Complementaria

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 42 pagina/s.