

Lentes de Escala: Micro a Macro

RMN Exploratoria: De la Física Cuántica a la Órbita

Fundamentos de resonancia magnética,
heterogeneidad de matrices y
teleobservación satelital pasiva.



El Marco de Expansión: Cuatro Lentes de Escala

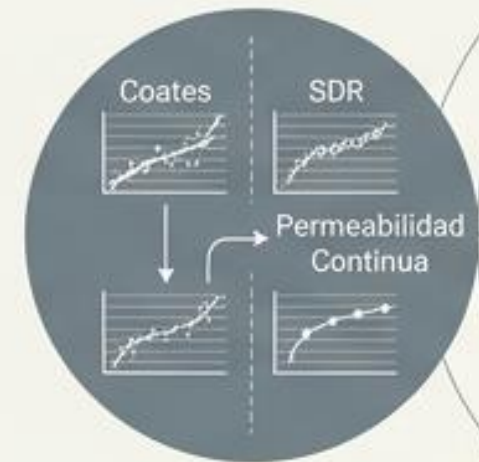
Precise de "zoom-out" vector motiv.

2. El Poro

Inhomogeneidades de la roca, umbrales de corte y la alteración de la pirita.

1. El Átomo

Tiempos de relajación T1 y T2 del hidrógeno.



4. La Órbita

Sondaje pasivo RSS-NMR (Teleobservación satelital a 7 km de distancia).

3. El Yacimiento

Cálculo de permeabilidad continua (Coates vs. SDR).



Comprender el comportamiento del protón a nivel microscópico es el requisito absoluto para cartografiar yacimientos masivos desde el espacio.

Matriz de Física Base: Relajación Longitudinal vs. Transversal

T1 (Relajación Longitudinal)

T2 (Relajación Transversal)

Definición

Tiempo para recuperar el 63% de la magnetización en el eje principal B₀.

Tiempo en que la magnetización transversal decae al 37%.

Mecanismo

Transferencia de energía al entorno molecular (la red).

Pérdida de coherencia por interacciones espín-espín entre protones.

Escala de Tiempo

Segundos.

Milisegundos (siempre más corto que T1).

Firma en Fluidos

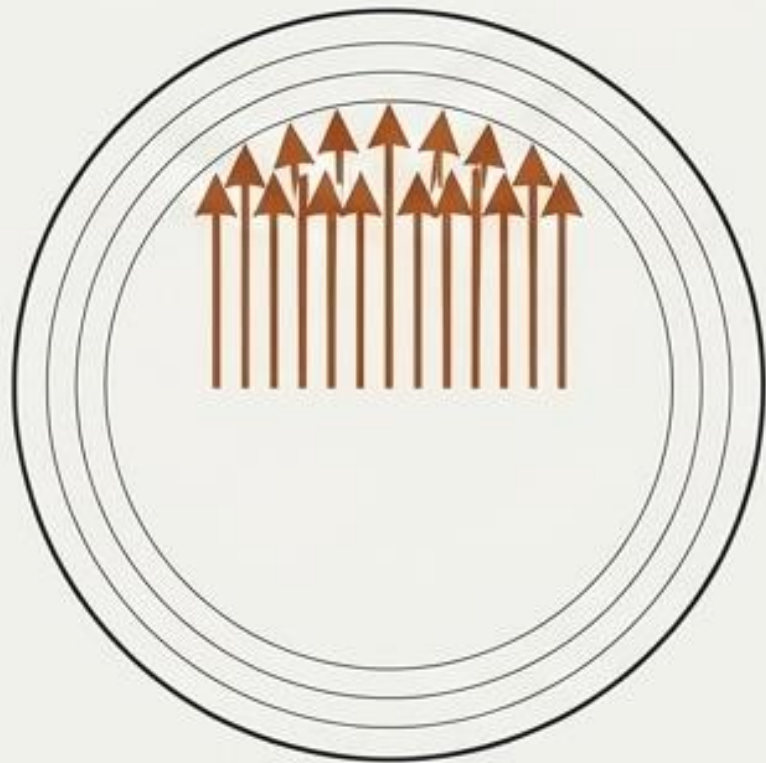
Contraste anatómico base; agua = largo, grasa = corto.

Fluidos libres brillan intensamente.

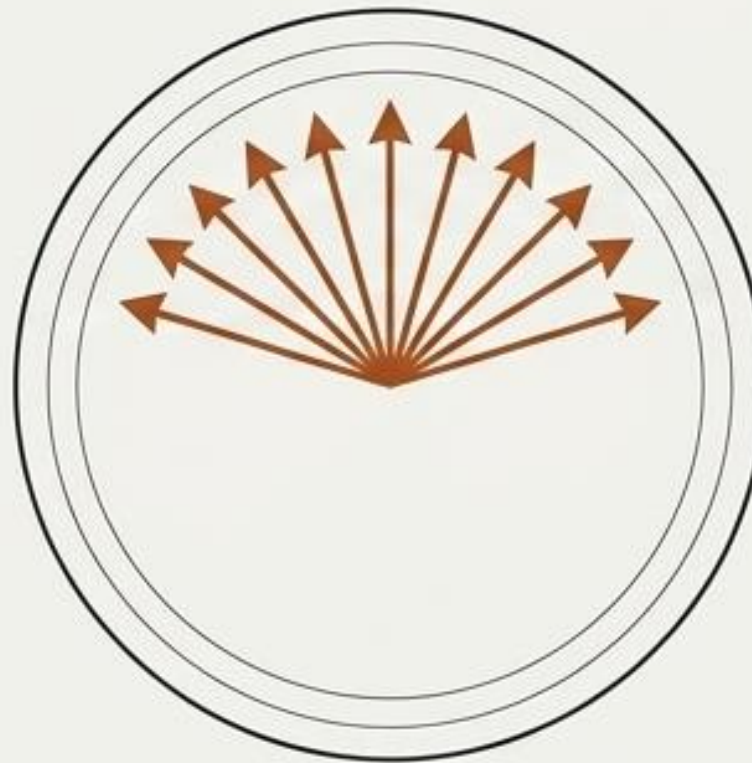
[LENTE DE ESCALA : EL ÁTOMO]

Dinámica del T2: Pérdida de Coherencia Magnética

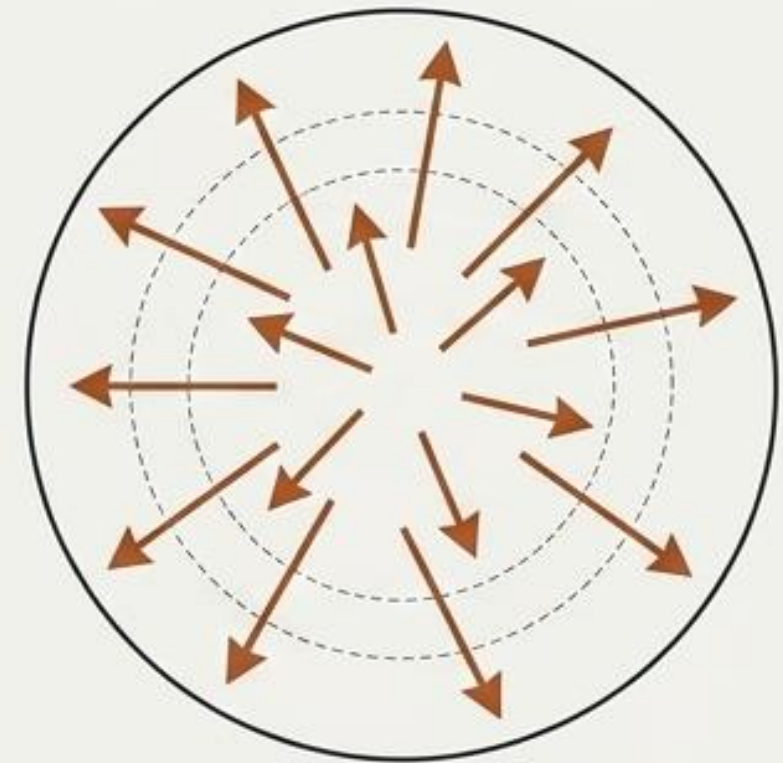
La relajación transversal (T2) no es la pérdida de energía, sino la pérdida de sincronización entre los protones interactuando entre sí.



Tiempo = 0
Magnetización Máxima
(Señal Alta)



Tiempo > 0
Interacciones Espín-Espín
(Desfase)



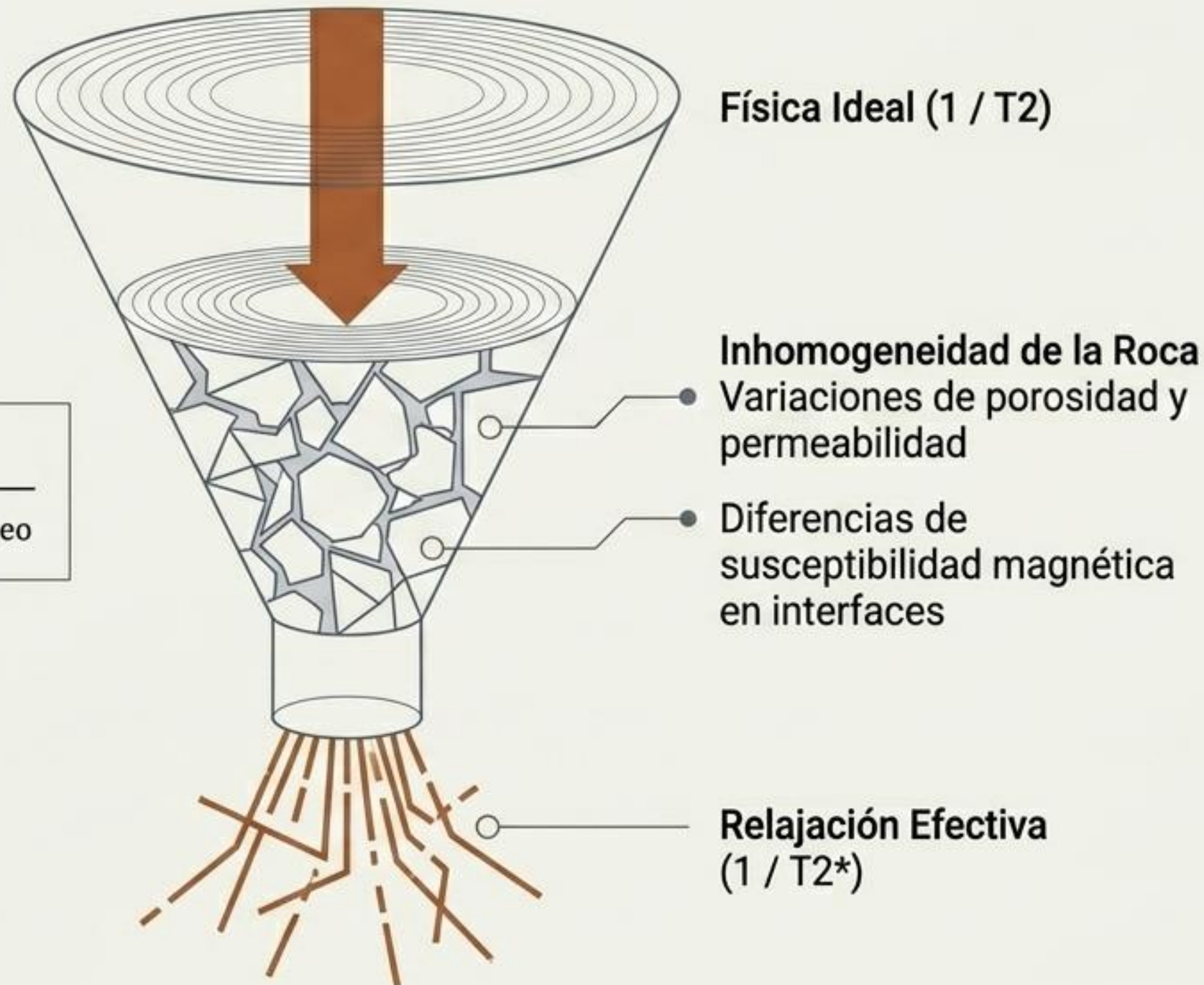
Tiempo = T2
Caída al 37% de coherencia
(Medición)

Comprender el comportamiento del protón a nivel microscópico es el requisito absoluto para cartografiar yacimientos masivos desde el espacio.

[LENTE DE ESCALA : EL PORO]

De la Teoría a la Roca: El Embudo del T2*

$$\frac{1}{T2^*} = \frac{1}{T2} + \frac{1}{T2_{inhomogéneo}}$$



Reversibilidad Estática

A diferencia de las colisiones moleculares aleatorias del T2, el desfase por inhomogeneidad es estático. Puede anularse aplicando impulsos de recentrado (Secuencia de Eco de Espín).

[LENTE DE ESCALA : EL PORO]

El Umbral de Corte (*Cut-off*):
Areniscas vs. Carbonatos

$$\frac{1}{T_2} \approx \rho_2 \cdot \left(\frac{S}{V} \right)$$

Cut-off Slider



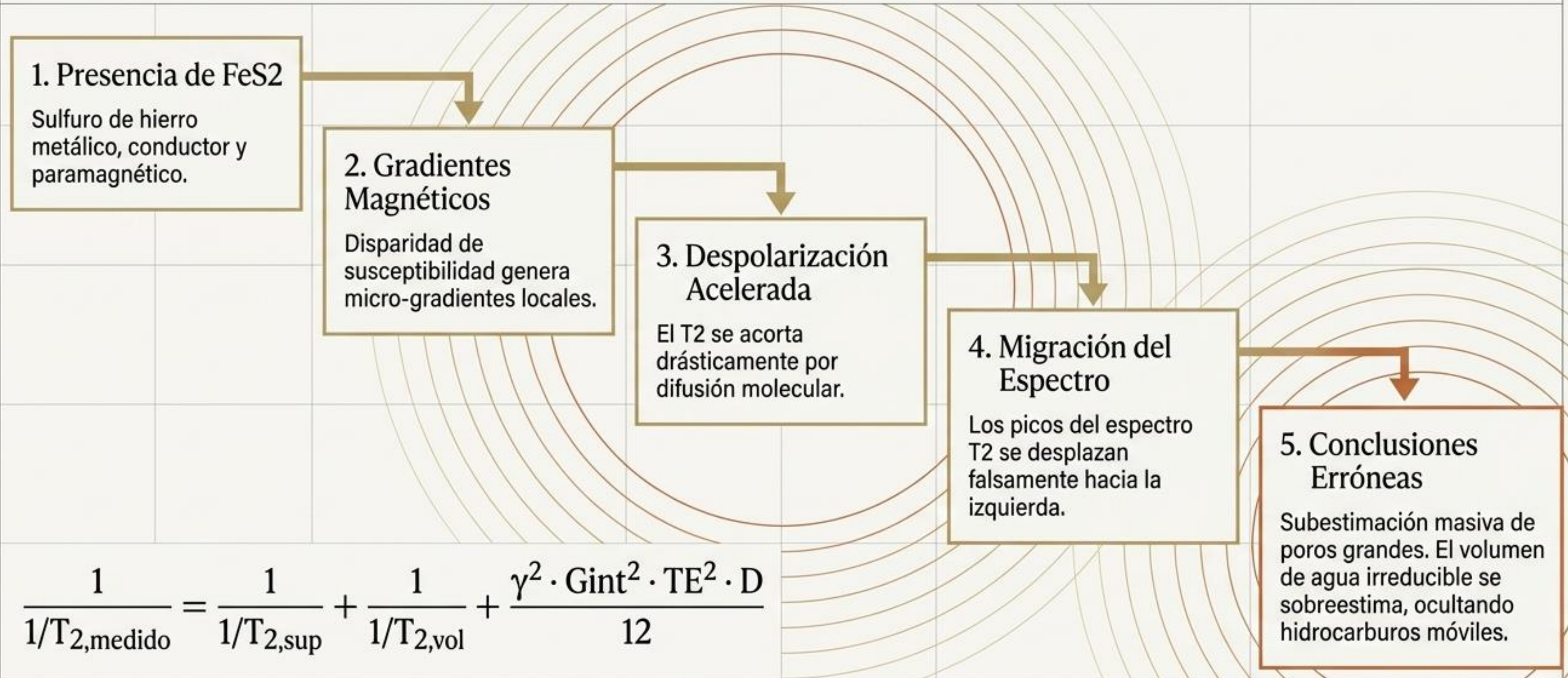
Areniscas

Alta relaxividad de superficie (ρ_2). Contienen arcillas, óxidos de hierro y metales paramagnéticos que aceleran fuertemente la relajación.

Carbonatos

Baja relaxividad de superficie (ρ_2). Matrices puras sin centros paramagnéticos; la relajación transversal es naturalmente 2 a 3 veces más lenta.

La Falla Mineralógica: La Cascada de Error de la Pirita



[LENTE DE ESCALA : EL YACIMIENTO]

Cuantificación de Permeabilidad Continua por RMN

Modelo de Coates (Free Fluid Model)

$$\text{Fórmula: } K_{Coates} = \left(\frac{\phi}{C}\right)^4 \cdot \left(\frac{FFI}{BVI}\right)^2$$

Mecanismo: Basado en la proporción geométrica entre fluidos móviles (FFI) y fluidos ligados (BVI).

Uso Ideal: Excelente para areniscas y estructuras de poros simples.

Modelo SDR (Schlumberger Doll Research)

$$\text{Fórmula: } K_{SDR} = a \cdot \phi^4 \cdot (T_{2,\log})^2$$

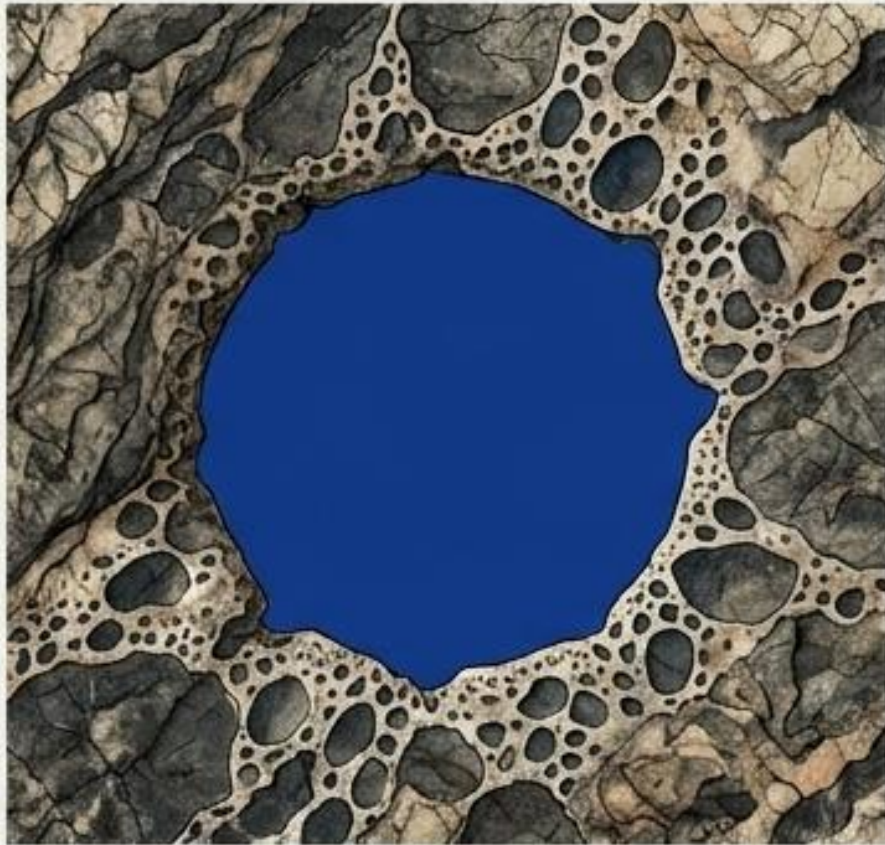
Mecanismo: Basado en la media geométrica del espectro logarítmico de T2.

Dependencia: Altamente dependiente de la porosidad y el tiempo.

[LENTE DE ESCALA : EL YACIMIENTO]

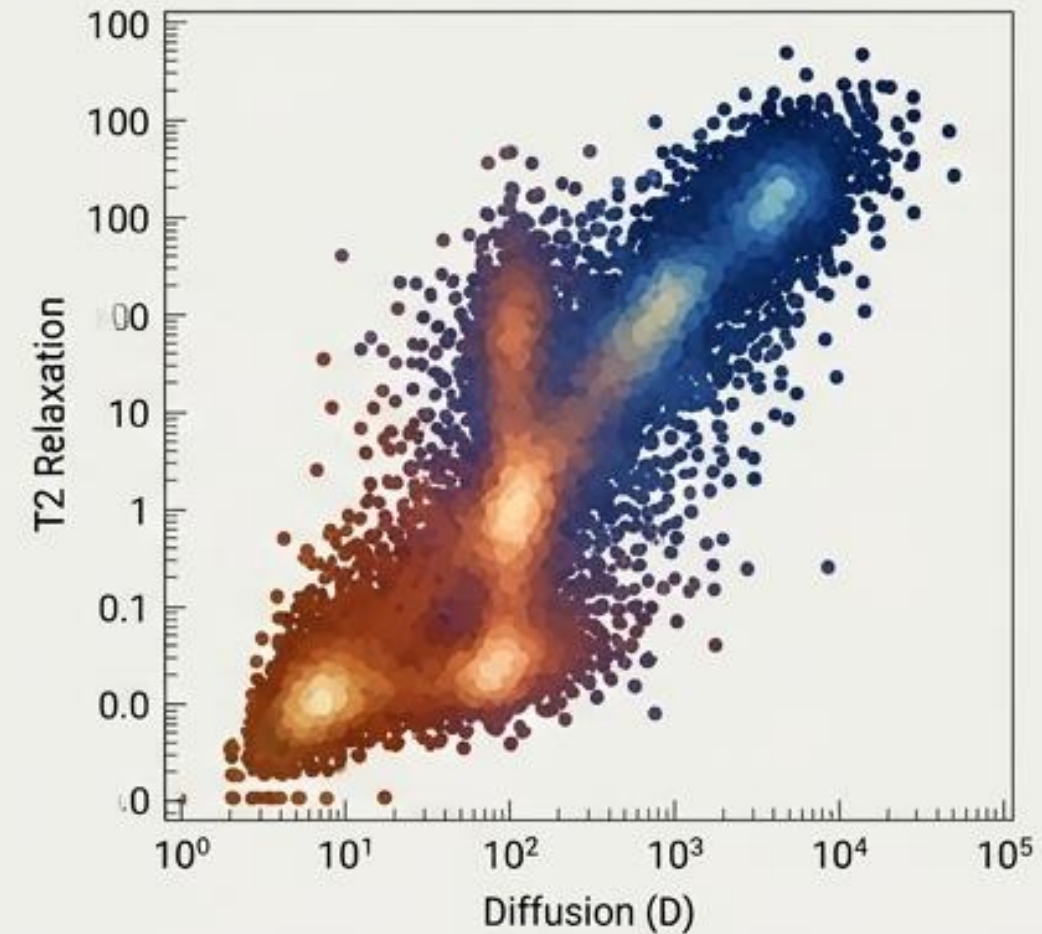
Límites del Modelo y Mapeo en Estructuras Complejas

El Problema: Falsa Permeabilidad



En carbonatos heterogéneos con poros gigantes aislados (vugs), el fluido atrapado muestra un T2 extremadamente largo. El modelo SDR asume erróneamente que este T2 largo equivale a alta movilidad, calculando una permeabilidad inmensa para fluidos estáticos.

La Solución: Mapas RMN 2D



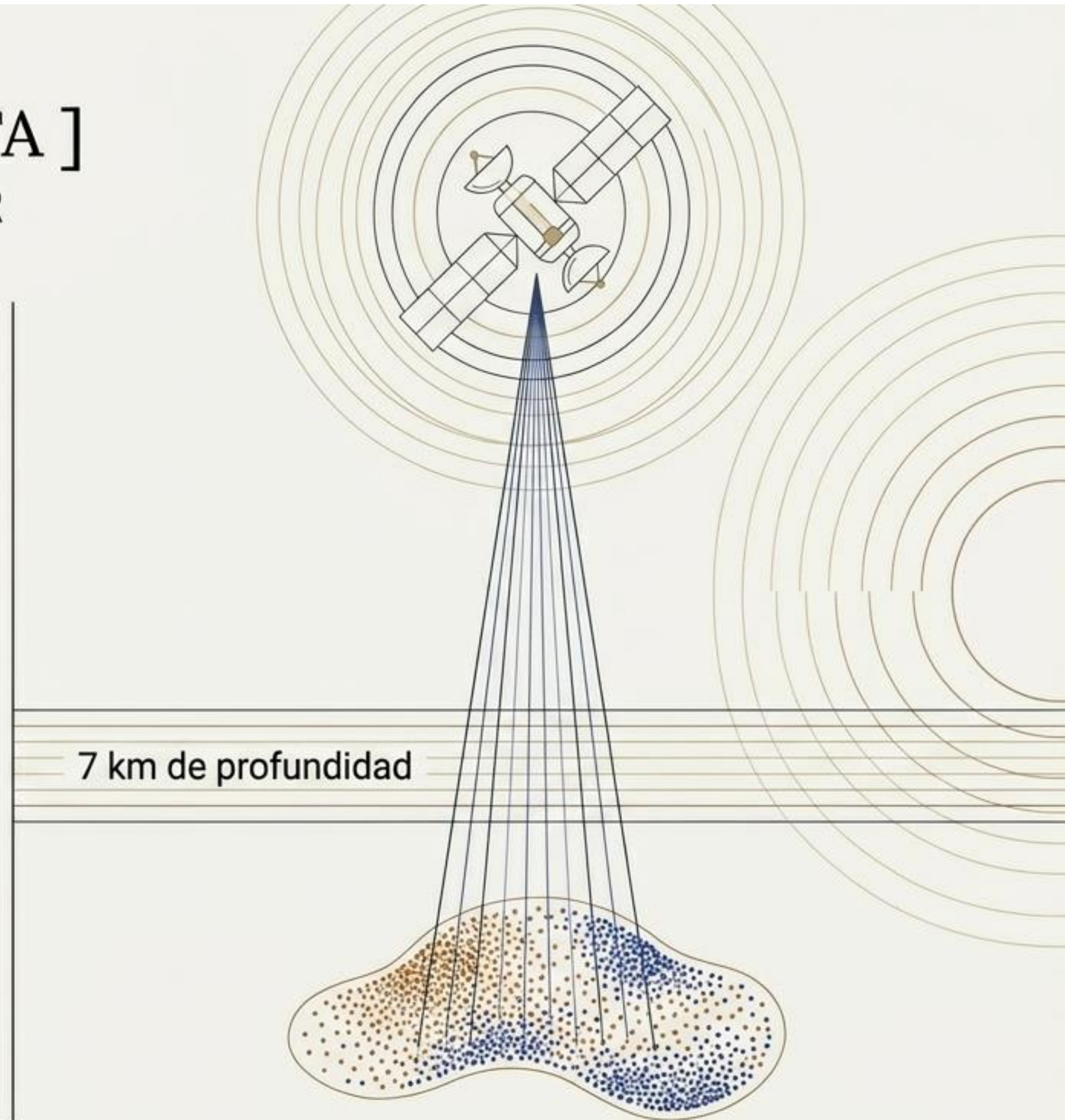
La interpretación moderna abandona los umbrales estáticos. Utiliza umbrales de corte variables y cruza datos de difusión (D) con relajación (T1/T2) para aislar la conectividad real del yacimiento y evitar falsos positivos.

[LENTE DE ESCALA : LA ÓRBITA]

Del Protón al Espacio: El Concepto RSS-NMR

La ecuación de la Frecuencia de Larmor ($\omega_0 = \gamma \cdot B_0$) es la llave maestra. Variando la frecuencia emitida desde órbita, calibramos exactamente a qué profundidad resuenan los protones.

- 1. Emisión:** El satélite emite un pulso electromagnético específico.
- 2. Resonancia:** Los protones en el yacimiento a 7km de profundidad entran en resonancia.
- 2. Resonancia:** Los protones en el yacimiento a 7km de profundidad entran en resonancia.
- 3. Firma Espectral:** La señal de retorno actúa como un descriptor físico directo de los fluidos.



[LENTE DE ESCALA : LA ÓRBITA]

La Etapa Cero: Metodología Operativa Orbital

1. Balayage Orbital Global

Cartografía pasiva por satélite de inmensas superficies sin presencia física en tierra.

2. Filtrado de Anomalías

Eliminación de zonas con T2 corto (matrices densas o arcillosas sin interés).

3. Marcado de Fluidos

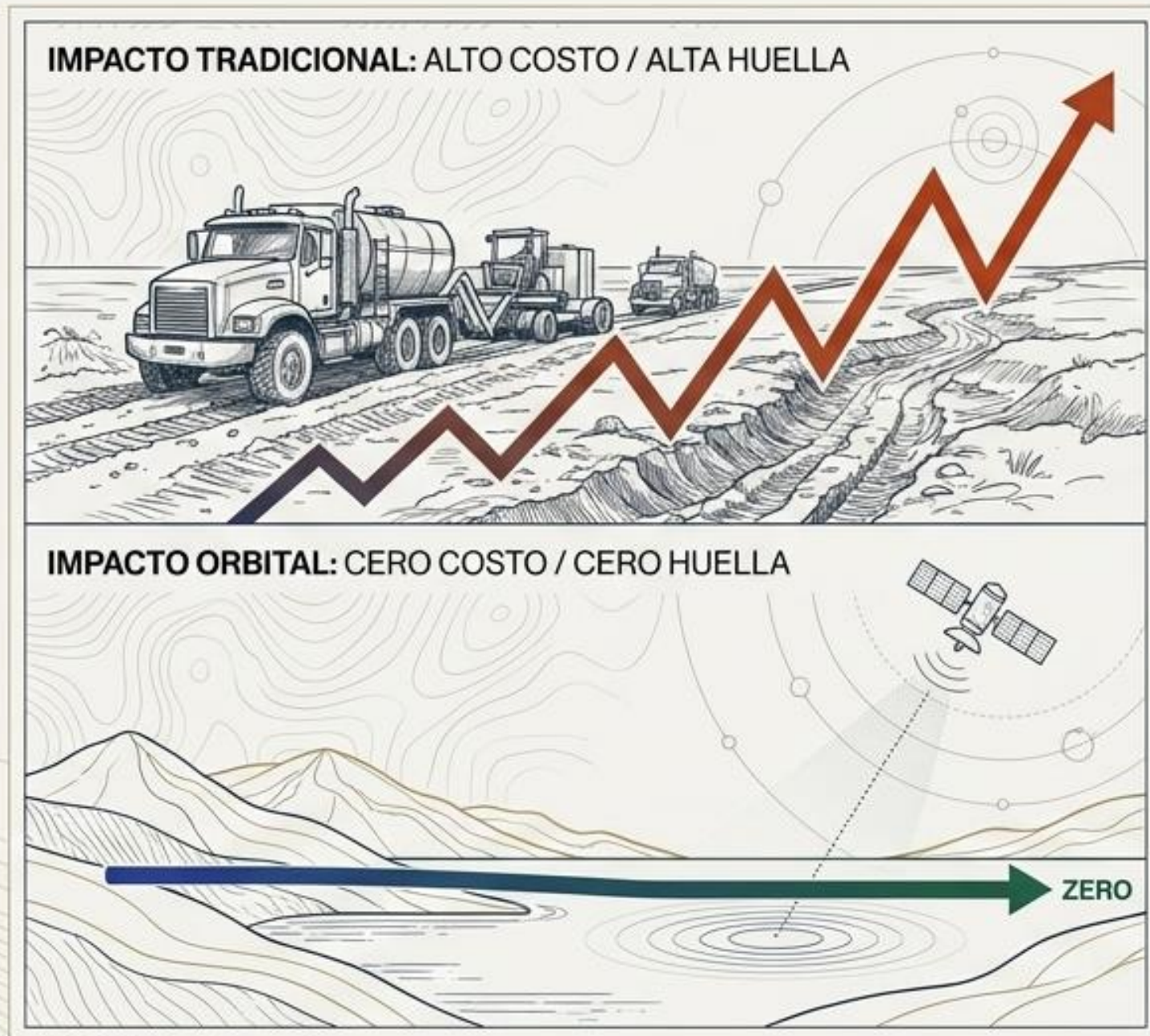
Aislamiento de firmas de T2 largo. Clasificación precisa: Petróleo vs. Gas.

4. Enfoque Quirúrgico

Delimitación exacta del objetivo. Perforación iniciada solo donde la movilidad está confirmada.

[LENTE DE ESCALA : LA ÓRBITA]

El Impacto a Gran Escala: Eficiencia y Cero Huella



Eliminación de la Sísmica a Ciegas

Las campañas de exploración se enfocan 100% en áreas pre-validadas, reduciendo drásticamente el CAPEX.

Impacto Ambiental Nulo

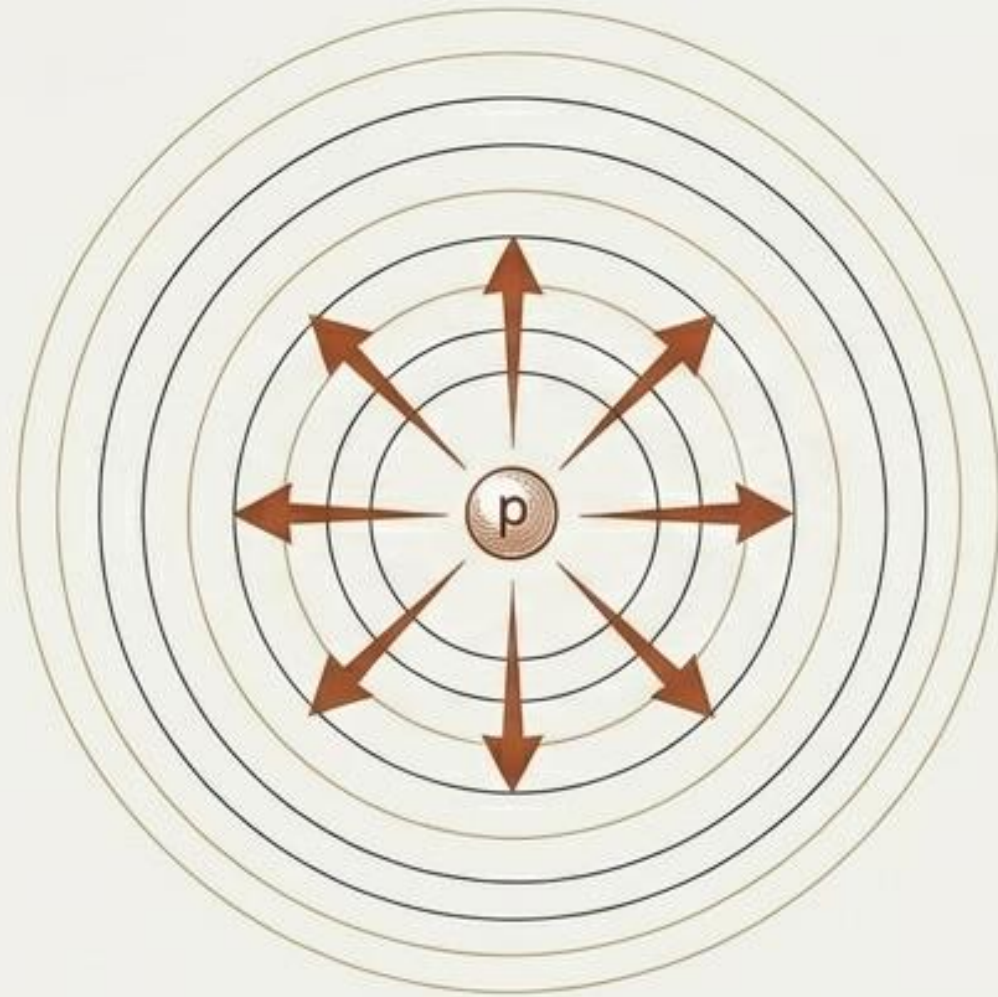
Observación pasiva en modo discreto e invisible. Cero perturbación de ecosistemas frágiles.

Optimización de Campos Maduros

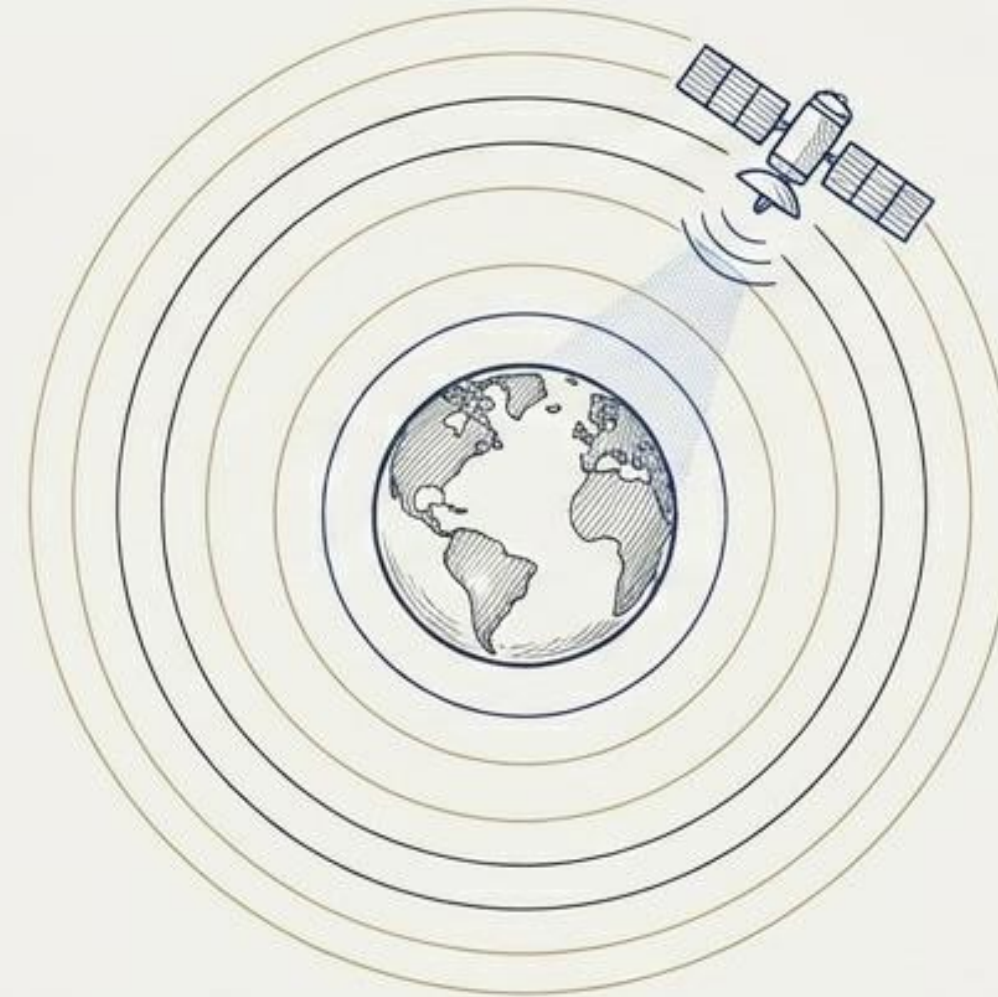
Reevaluación rápida de yacimientos existentes en busca de hidrocarburos remanentes sin interrumpir la producción.

[ESCALA : MICRO A MACRO]

La Simetría de la Escala: Resonancia Planetaria



Las mismas leyes cuánticas que dictan la pérdida de coherencia de un solo protón en una fracción de milisegundo, son las que hoy nos permiten cartografiar océanos de hidrocarburos ocultos a 7 kilómetros de profundidad, desde la órbita espacial.



La precisión microscópica define el éxito macroscópico. La Etapa Cero no es el futuro de la exploración; es la física aplicada de hoy.



Made
in Russia

Voluntary certification system «Made in Russia»
Registered in the Unified Register of registered voluntary certification systems
Reg. № РОСС RU.31685.049303 from the 24th of May 2017

Система добровольной сертификации «Сделано в России»
Зарегистрирована в Едином реестре зарегистрированных систем
добровольной сертификации
Reg. № РОСС RU.31685.049303 от 24 мая 2017 г.

CERTIFICATE OF CONFORMITY СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ CC.002647

Valid from 20.10.2025 to 05.10.2028

Срок действия с по

Applicant/Manufacturer: Poisk Group LLC, 299640, Russia, Sevastopol,
st. Khristofora, 143

Заявитель/Производитель: ООО «ГРУППА ПОИСК», 299640, Россия, г. Севастополь,
ул. Христофора, в. 143

Product: Methodology for calculating predicted ore reserves in deep-lying deposits, using
the parameters of ore bodies obtained using remote geosound methods of geological exploration
and field geophysical equipment of the Poisk complex (МЕТОДИКА для ОЦЕНКИ запасов)

Продукция: Методика подсчета прогнозируемых запасов руд в глубинно залегающих залежах, с
использованием параметров рудных тел, полученных с помощью дистанционных
геоакустических методов геологического изучения и полевой геофизической аппаратуры комплекса
«Поиск» (код ТН ВЭД ЕАЭС 9015809190)

Comply with the voluntary certification system "Made in Russia" requirements.
Соответствует требованиям Системы добровольной сертификации «Сделано в России».

Certificate is issued on the basis of: Declaration of conformity company Poisk Group LLC
on the Reliability of the voluntary certification system "Made in Russia" dated 07.10.2015 via 1/05.
Сертификат выдан на основании: Декларации о соответствии компании
ООО «ГРУППА ПОИСК» № 1/05 от 07.10.2015 по направлению «Надежность» системы
добровольной сертификации «Сделано в России».

Made in Russia VCS Holder Russia Export Center (SC)
125050, Moscow, Primenitskiy ulitsy 14/14/15
Клиентская служба (обращения): 8 (495) 021 0000
e-mail: info@vcs-hold.ru
tel: +7(495)021-47-47

Департамент СДС «Сделано в России» АО «Российский экспортный
центр» (СЭЦ) и Минпромторг-применительный центр
Применение: ул. Краснопресненская, 14/14/15, стр. 15/15
8383 (деловой) или info@vcs-hold.ru
тел. +7(495)021-47-47

Vice President
Вице-президент



A.V. Solodov
А.В. Солодов

002645

СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ «ПРИНIP-ЭКСПЕРТ»
Reg. № РОСС RU.31678.0460110 от 14.11.2016 г.



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.МЕТР.10266

Срок действия с 18.05.2021 по 18.05.2028

№ 0057630

ОБЛАСТЬ СЕРТИФИКАЦИИ: ПОСТРОЕНИЕ ИМПИИ

Сфера и область применения продукции ООО «Группа Поиск», адрес: 140000, РОССИЯ, Московская обл., городские округа
Щелковский округ, Щелковский район, д.был. Виноземский, д.п.14, стр. 4, телефон: 77-40000000, адрес электронной почты: 01-@group.ru

ПРОДУКЦИЯ: Методика подсчета прогнозируемых запасов руд в глубинно залегающих залежах, с
использованием параметров рудных тел, полученных с помощью дистанционных
геоакустических методов геологического изучения и полевой геофизической аппаратуры комплекса «Сделано в
России».

18.11.21

СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

01-@group.ru

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: Общество с ограниченной ответственностью «Группа Поиск», ОГРН: 1045000000000, ИНН: 50-00-0000000, адрес: 299640, РОССИЯ, город Севастополь, ул. Христофора, д. 143, телефон: +7(916)143, адрес электронной почты: group@poisk.ru

СЕРТИФИКАТ ВЫДАЮЩИЙ: Общество с ограниченной ответственностью «Группа Поиск», ОГРН: 1045000000000, ИНН: 50-00-0000000, адрес: 299640, РОССИЯ, город Севастополь, ул. Христофора, д. 143, телефон: +7(916)143, адрес электронной почты: group@poisk.ru

НА ИСХОДНИКЕ

Принцип соответствия № 0057630 от 18.05.2021 года, выданный Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (РОСС RU.31678.0460110)

ДОСТАВЛЯЕТСЯ НАД ПЕРИОДИЧЕСКИМ
Срок действия: 11



Руководитель центра
Зеленчук

A.I. Filina
А.И. Филина



Сертификат не признается при применении системы добровольной сертификации

Descargo de responsabilidad

Las opiniones, análisis y explicaciones expresadas en este texto son exclusivamente de su autor, Michel Louis Friedman. No representan las opiniones de ninguna institución, empresa, empleador ni entidad. El autor se exime de toda responsabilidad por el uso o la interpretación de este material.

- Ley de Derechos de Autor © **11 de marzo de 1957 Ley N.º 57-298**, relativa a la propiedad de la literatura y artistas.
- Copyright © **2009-2026 Fands-LLC div. Proactive Economic Intelligence**
- Todos los derechos de autor y marcas registradas en los EE. UU. se rigen por la legislación aplicable.
- Copyright © **2005-2026 Fands-LLC**
- Conformidad con la Ley de Derechos de Autor de los EE. UU. de 1976 (**Title 17 of the United States Code**).
- Patentes y Marcas Registradas (12 de diciembre de 1980) <https://www.copyright.gov/>

Copyright © Michel Louis Friedman, 01/2026. Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción sin autorización.

Michel L. Friedman-Matarese

(Destom LH 67/11)

-  Mobile: +591-71696657
-  WhatsApp: +591-71696657
-  Email: michel@geo-nmr.net
-  In Charge: Africa & Américas
-  Speaker: FR-UK-ES-BR/PT
-  GMT: -04h
-  Base: Bolivia, Santa Cruz

Kotelianets Igor

Director of LLC "Poisk Group"

-  Tel: +78692456491
-  WhatsApp: +79787155212
-  Email: igor@geo-nmr.net
-  In Charge: World
-  Speaker: RU-UK
-  GMT: +03h
-  Base: Sevastopol, Rusia

Versatilidad de Aplicación (Multi-Industria)



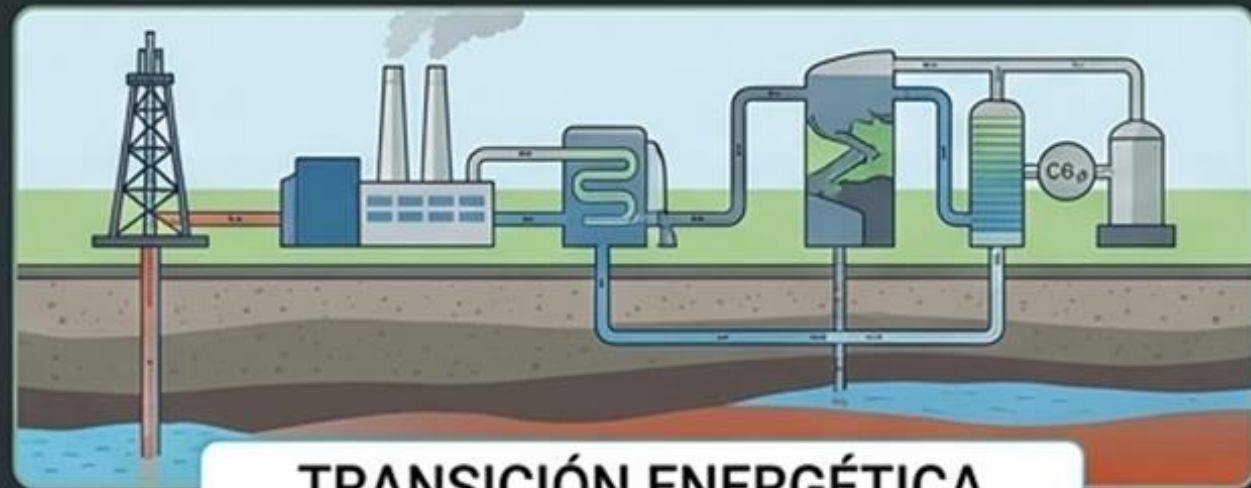
HIDROCARBUROS

Petróleo, Condensado, Gas



METALES Y MINERALES CRÍTICOS

Oro, Cobre, Litio



TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Geotermia Profunda, CCUS, Hidrógeno



RECURSOS HÍDRICOS

Agua Potable Subterránea

La sinergia tecnológica elimina falsos positivos identificando la resonancia molecular exacta del mineral o fluido objetivo.