



SOLUCIONES EN TIEMPO Y ESPACIO

Fertilización Variable con Imágenes Satelitales

Optimización de nutrientes en cultivos mediante tecnología espacial y datos de campo



Adquisición de Imágenes Satelitales

Sentinel-2 (ESA)

Resolución de 10 m en bandas visibles e infrarrojas. Revisitas cada 5 días para monitoreo frecuente.

Landsat 8/9 (NASA/USGS)

Imágenes de 30 m de resolución cada 16 días. Ideal para análisis temporal de cultivos.

Fuentes Comerciales

Mayor resolución disponible para casos que requieran análisis detallado de zonas específicas.



Índices de Vegetación para Evaluar Vigor

NDVI: El Índice Principal

El NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) se calcula como $(NIR - Rojo) / (NIR + Rojo)$. Es un indicador simple de la biomasa fotosintéticamente activa.

- Valores cercanos a +1: vegetación densa y saludable
- Valores cercanos a 0: coberturas escasas o suelo desnudo
- Valores negativos: agua o nubes





Índices Complementarios

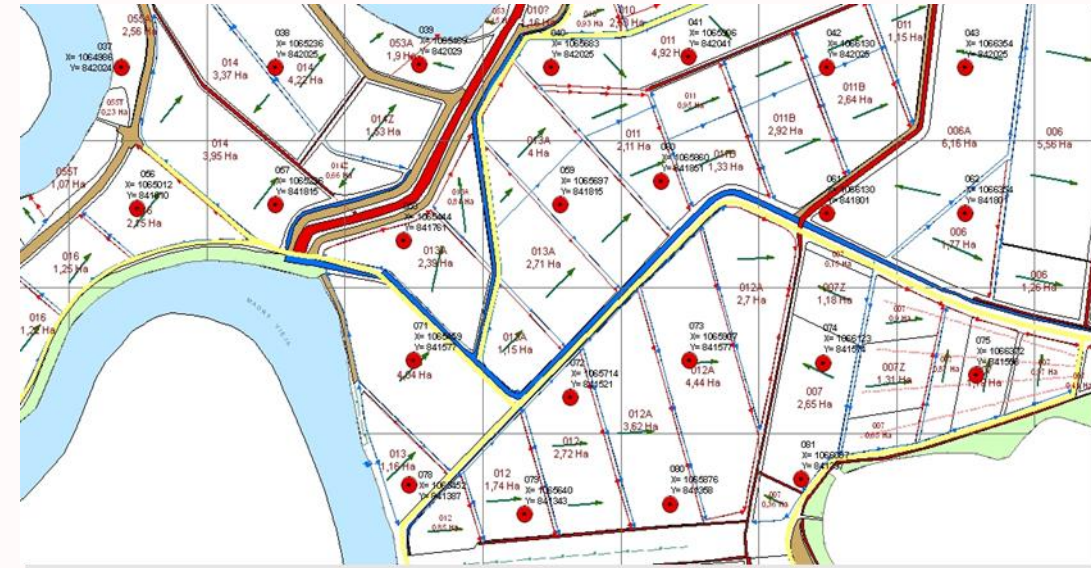
NDRE

Índice Normalizado de Borde Rojo. Combina infrarrojo cercano y borde rojo. Útil en etapas avanzadas para detectar variaciones de clorofila en cultivos maduros.

GNDVI

NDVI con banda verde. Indicado para estimar contenido de clorofila y nitrógeno en etapas intermedias y finales del cultivo.

El NDVI correlaciona bien con el contenido de nitrógeno foliar en cultivos como maíz, trigo o arroz, siendo muy útil para planificar la fertilización nitrogenada.



Muestreo de Campo: Calibración y Validación

01

Selección de Puntos

Toma muestras en zonas representativas según el NDVI: áreas de vigor alto, medio y bajo.

03

Análisis de Tejido Vegetal

Evalúa contenido de clorofila y nitrógeno en las plantas.

02

Análisis de Suelo

Mide pH, nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica en cada zona.

04

Validación

Confirma que zonas de bajo NDVI presentan deficiencias nutricionales reales.

Generación del Mapa de Prescripción



Segmentación

Divide el campo en zonas homogéneas usando umbrales de NDVI (alto, medio, bajo).



Estrategia de Dosis

Elige entre proporcional (más en zonas fuertes) o niveladora (más en zonas débiles).



Software GIS

Define dosis mínima y máxima, genera mapa temático coloreado por zona.



Exportación

Exporta en formato compatible con la maquinaria de campo.

Estrategias de Aplicación

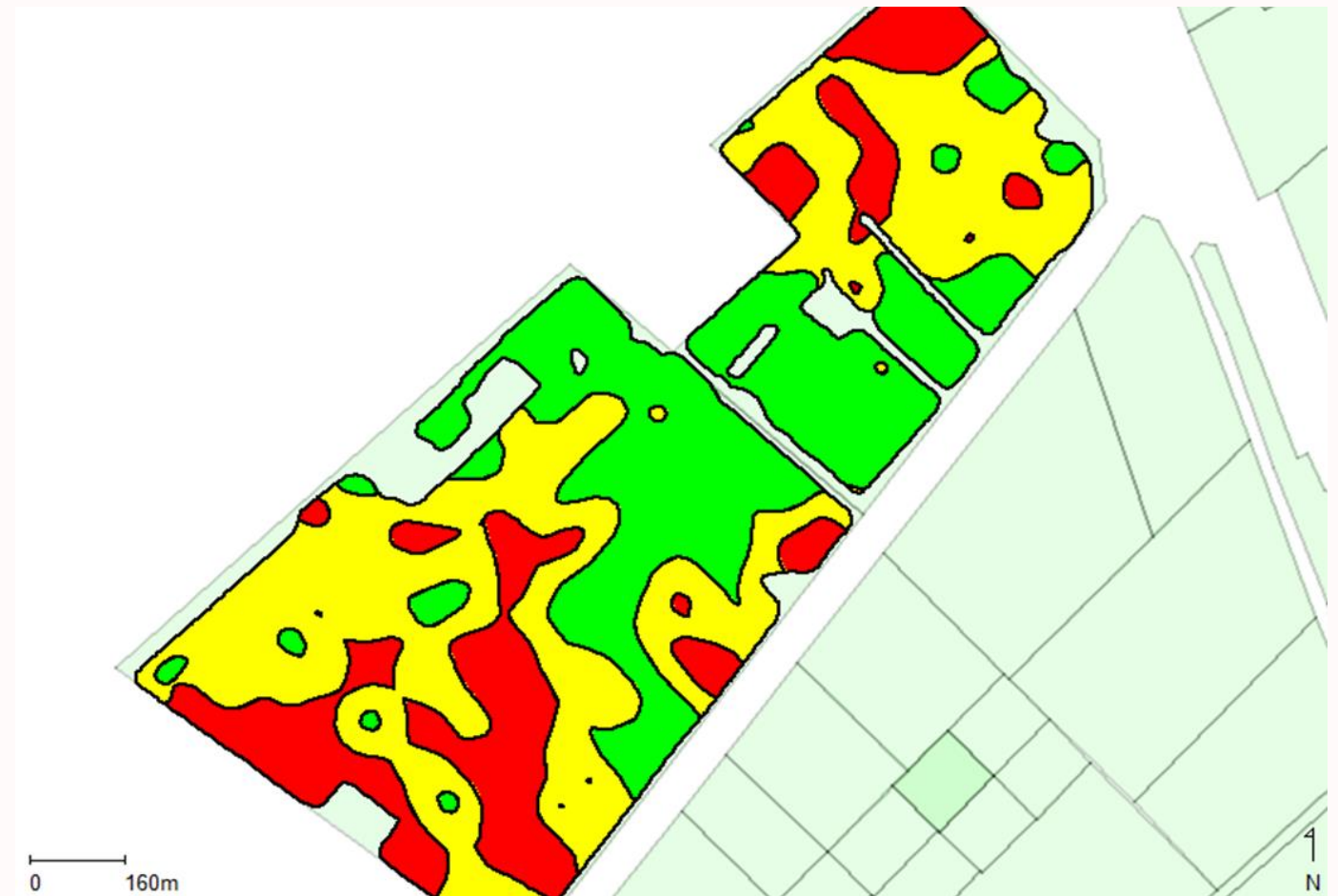
Directamente Proporcional

Aplica dosis mayores en zonas de NDVI alto (cultivos vigorosos). Potencia las áreas más productivas del campo.



Inversamente Proporcional

Aplica dosis mayores en zonas de NDVI bajo. Estrategia niveladora para rescatar cultivos débiles y uniformar el campo.





Configuración de Maquinaria Variable



Terminal GPS

Instala terminal con capacidad de leer el mapa de prescripción en el tractor.



Calibración de Flujo

Ajusta el flujo del fertilizante (granos o líquido) para aplicar la dosis planificada en cada zona.



Verificación

Aplica sobre área conocida y pesa el volumen para confirmar correspondencia dosis-real.



Monitoreo Post-Aplicación

Semanas Siguientes

Descarga nuevas imágenes satelitales para comparar NDVI antes y después de la aplicación.

1

2

3

4

Final de Temporada

Compara mapas de rendimiento real con las prescripciones iniciales.

Evaluación de Respuesta

Verifica si las dosis aplicadas mejoraron el vigor en cada zona del cultivo.

Ajustes Futuros

Afina parámetros de zona y dosis para maximizar eficiencia en próximas campañas.

Beneficios del Sistema



Mayor Rendimiento

Optimización de nutrientes según necesidades específicas de cada zona del cultivo.



Eficiencia de Fertilizantes

Reducción de costos aplicando solo lo necesario en cada área del campo.



Sostenibilidad Ambiental

Menor impacto ecológico al evitar sobre-aplicación de nutrientes.



Mejora Continua

Monitoreo año a año permite afinar estrategias y maximizar resultados.

