

**Informe N°:** 0009**Fecha:** 15/03/2022**Autores:** Domingo Garay - Juan Agüero**Colaboradores:****Proyecto Estructural I064:** Prevención y evaluación de la emergencia y desastre agropecuario.

## **Regeneración de la vegetación afectada por el incendio de Sierras de Alcázar y Cerro El Morado. Periodo de pos incendio: 3 meses.**

### **Introducción:**

Los incendios rurales y forestales son una amenaza directa para las personas y los ecosistemas. Sus consecuencias son severas desde el punto de vista socioeconómico, ya que provocan pérdida de hábitats, degradación de los suelos, emisiones de gases de efecto invernadero, destrucción de infraestructuras, pérdida de vidas humanas, etc.

Este informe tiene por objetivo determinar el grado de regeneración de la vegetación afectada por el incendio rural producido durante el mes de octubre de 2021 en las Sierras de Alcázar y el Cerro El Morado, en la provincia de La Rioja.

La producción cartográfica y la cuantificación de las clases de severidad y regeneración se llevó a cabo mediante una metodología medianamente rápida, precisa y de bajo costo en donde se utilizaron imágenes satelitales de alta resolución que fueron procesadas mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

### **Metodología:**

La zona de estudio comprende el “área quemada” por el incendio en cuestión. Las Sierras de Alcázar se encuentran al Sureste del Departamento General Ángel Vicente Peñaloza y el Cerro El Morado al Suroeste del Departamento Chamental. Ambas zonas son territorios de la provincia de La Rioja y comprenden el cordón montañoso denominado “Sierra de los Llanos”.

La evolución de la regeneración de la cubierta vegetal del área quemada de referencia se llevó a cabo mediante los índices NBR (Normalized Burn Ratio) y dNBR (Difference Normalized Burn Ratio).

El NBR se utilizó para identificar y calcular la superficie de las áreas quemadas. Este índice se focaliza en mediciones en las longitudes de onda NIR (infrarrojo cercano) y SWIR (infrarrojo de onda corta). La firma espectral de la vegetación sana muestra elevados niveles de reflectividad en el NIR descendiendo

bruscamente hacia el SWIR. Por el contrario, la vegetación afectada por un incendio adquiere un comportamiento opuesto mostrando bajos niveles de reflectividad en el NIR y en ascenso hacia el SWIR (imagen 2). La ecuación es la siguiente:  $NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$ .

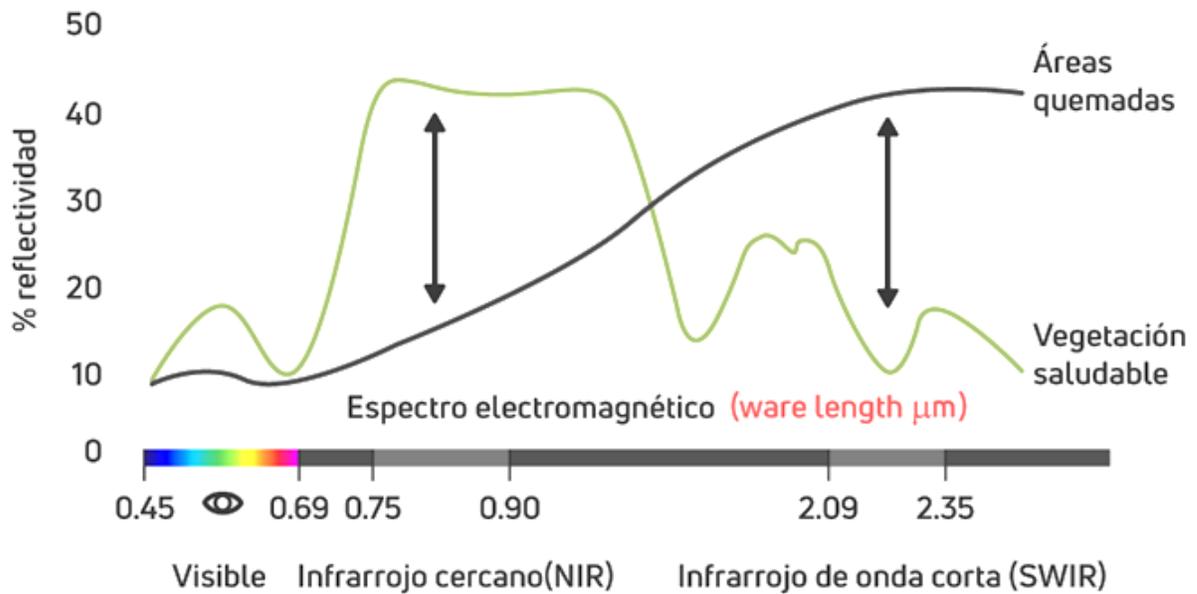


Imagen Nro. 2: Esquema de las firmas espectrales correspondientes a áreas quemadas (línea color negro) y vegetación sana (línea color verde). Fuente: NASA Applied Remote Sensing Training Program.

Por su parte, el dNBR (Difference Normalized Burn Ratio) se usó para calcular la diferencia entre imágenes de pre y pos incendio, para determinar la severidad del área quemada mediante la siguiente ecuación:  $dNBR = NBR_{pre} - NBR_{pos}$ .

Una vez obtenidos los índices NBR y dNBR se empleó la clasificación propuesta por el USGS para el mapeo de regeneración de la vegetación. En este trabajo, a los fines prácticos, se ha hecho una adaptación/adecuación de las clases originales (imagen 2); respetando el número, pero renombrando algunas de ellas.

Severity Level	dNBR Range (scaled by 10 <sup>3</sup> )	dNBR Range (not scaled)
Enhanced Regrowth, high (post-fire)	-500 to -251	-0.500 to -0.251
Enhanced Regrowth, low (post-fire)	-250 to -101	-0.250 to -0.101
Unburned	-100 to +99	-0.100 to +0.99
Low Severity	+100 to +269	+0.100 to +0.269
Moderate-low Severity	+270 to +439	+0.270 to +0.439
Moderate-high Severity	+440 to +659	+0.440 to +0.659
High Severity	+660 to +1300	+0.660 to +1.300

Imagen Nro. 3: Tabla de clases, umbrales y codificación de colores propuestos para el mapeo de la regeneración de la vegetación. Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

Se utilizaron imágenes satelitales Sentinel-2 las cuales ofrecen una resolución espacial y temporal que resultan de gran utilidad para generar productos como la determinación del grado de regeneración de la

vegetación. Las mismas fueron procesadas mediante el editor de código de Google Earth Engine.

### Resultados:

Como se observa en el gráfico de la imagen 3 la clase de “regeneración alta” representa un 7,40% (1.133,64 hectáreas) y la de “regeneración baja” un 25,72% (3.938,49 hectáreas). De esto se deduce que un 33,12% (5.072,13 hectáreas) del área quemada se encuentra en proceso de recuperación.

El dato de “no quemado” representa un 40,94% (6.269,40 hectáreas) y corresponde a áreas en donde la vegetación se habría recuperado en su totalidad.

En la clase de “severidad baja” queda una superficie equivalente al 20,26% (3.102,30 hectáreas), en la de “severidad media” al 4,23% (647,82 hectáreas), en la de “severidad alta” al 0,41% (62,91 hectáreas) y en la de “severidad extrema” al 0,005% (0,72 hectáreas).

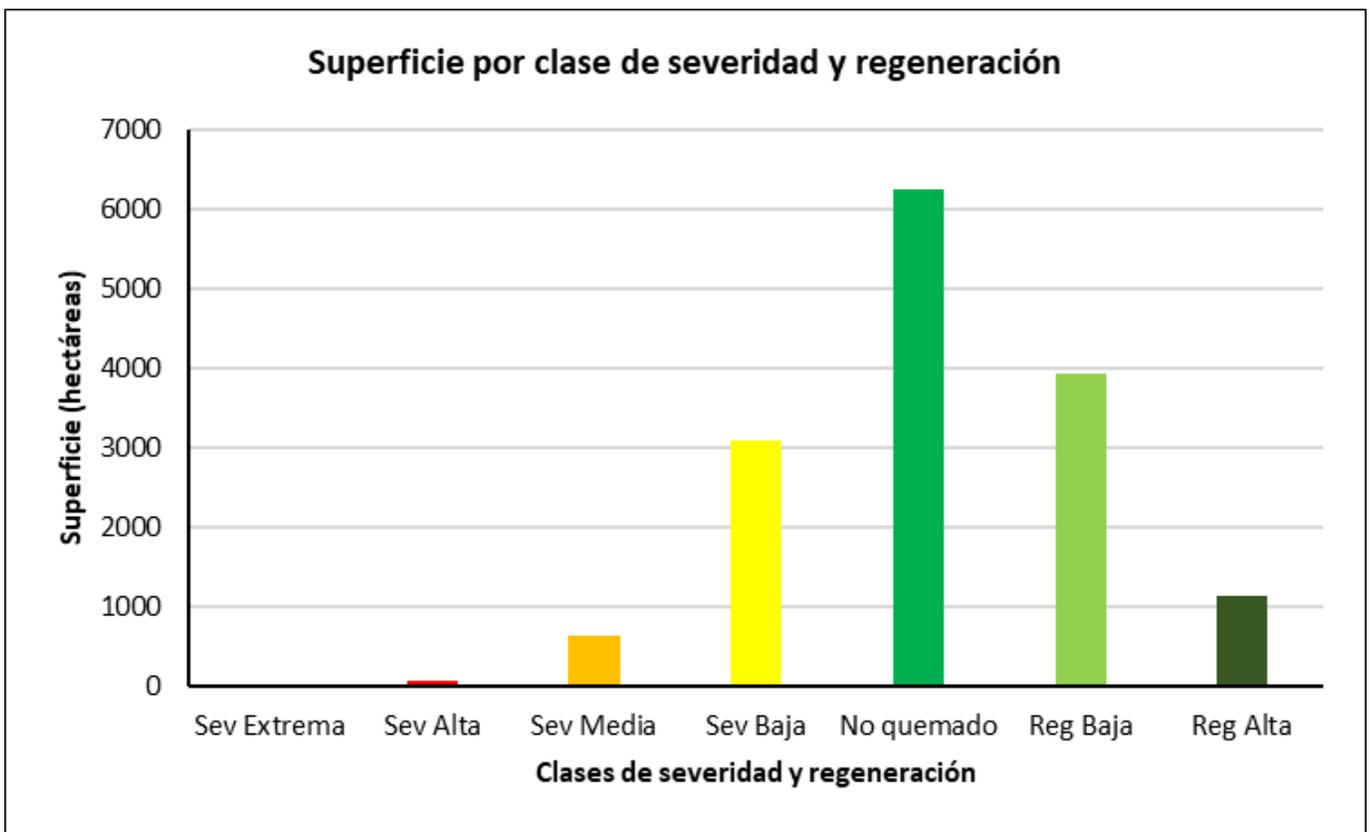


Imagen Nro. 3: Gráfico de superficie por clase de severidad y regeneración elaborado con datos obtenidos del editor de código de Google Earth Engine.

De los datos anteriores se deduce que un 24,90% (3.813,75 hectáreas) del área quemada aún se encuentra en alguna de las clases de severidad. El restante 1,03% (158,19 hectáreas) corresponde a píxeles de “sin datos”.

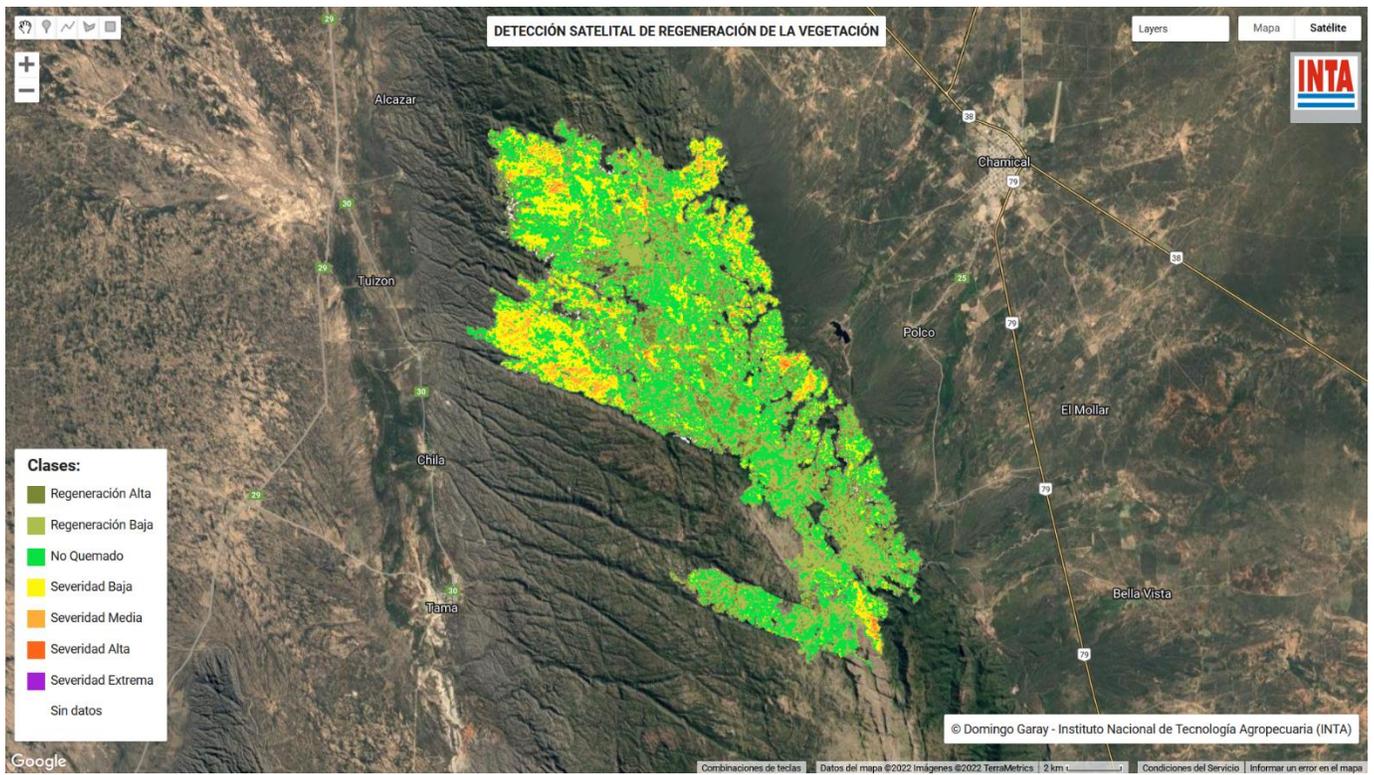


Imagen Nro. 4: Cartografía de severidad de área quemada y regeneración de la vegetación, generada mediante el editor de código de Google Earth Engine.

Como se observa en la imagen 4 la regeneración de la vegetación presenta una gran variabilidad espacial. El alto porcentaje de regeneración y recuperación de la vegetación obedece a que la mayor parte del área quemada estaba compuesta principalmente por matorrales, pastizales y pajonales de la Serranía Chaqueña (Cabido et al., 2018). A su vez esta recuperación es consecuencia de las inmediatas precipitaciones ocurridas con el inicio de la estación húmeda de la región.

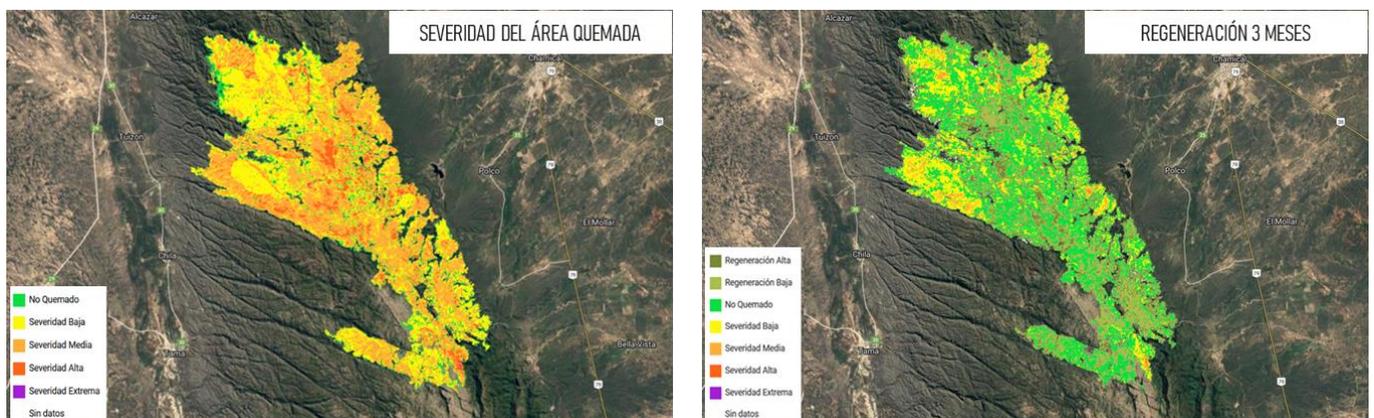


Imagen Nro. 5: Cartografía comparativa entre mapa de severidad de área quemada (panel izquierdo) y mapa de regeneración de la vegetación (panel derecho).



*Imagen Nro. 6: Mosaico comparativo entre imágenes de pos incendio inmediato (panel izquierdo) e imágenes de pos incendio a 3 meses (panel derecho). Fotografía: Oscar Valdez, Osvaldo Aballay y Omar Castro.*

### **Conclusiones:**

El cálculo de regeneración a través de NBR y dNBR brinda la posibilidad de evaluar y/o analizar la evolución de la regeneración de la cubierta vegetal tras un incendio.

La resolución espacial de las imágenes Sentinel-2 proporciona gran calidad y detalle para el análisis de datos. Además, este satélite cuenta con una resolución temporal de 5 días.

La propuesta metodológica es eficiente en cuanto al ahorro de tiempo y de recursos al no tener que explorar todo el territorio para analizar los daños.

Los índices espectrales constituyen una herramienta imprescindible para obtener información sobre la regeneración. Sin embargo, la precisión de la información sólo se puede determinar a través de una evaluación a campo.

La teledetección es una herramienta de gran utilidad para la caracterización de la regeneración de la vegetación. Esta técnica junto a métodos de trabajo de campo puede ayudar a la buena gestión del ambiente.

### **Agradecimientos:**

A Diego Pons, coordinador del Proyecto: “Prevención y evaluación de la emergencia y desastre agropecuario” (PE i064).

A Oscar Valdez, Osvaldo Aballay y Omar Castro por la provisión de fotografías que forman parte de esta publicación.

### **Bibliografía:**

Bastarrika, A.; Alvarado, M.; Artano, K.; Martínez, M.; Mesanza, A.; Torre, L.; Ramo, R.; & Chuvieco, E. (2014): BAMS: A Tool for Supervised Burned Area Mapping Using Landsat Data. Remote sensing. University of the Basque - Universidad de Alcalá, España.

Cabido, M.; Zak, M.; Biurrún, F. (2018). La vegetación y el ambiente de la Provincia de La Rioja. Una guía ilustrada para viajeros y ecólogos. Universidad Nacional de Chilecito.

Key, C. & Benson, N. (2006). Landscape Assessment (LA). FIREMON: Fire Effects monitoring and inventory system. General technical report RMRS-GTR-164-CD.

Roteta, E.; Bastarrika, A.; Franquesa, M.; & Chuvieco, E. (2021): Landsat and Sentinel-2 Based Burned Area Mapping Tools in Google Earth Engine. University of the Basque - Universidad de Alcalá, España.



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación