

Universidad Pública de Navarra
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRONOMOS

ELABORACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE ÁREAS PSEUDOINVARIANTES
(API) EN EUROPA MEDIANTE IMÁGENES MULTITEMPORALES MODIS PARA
LA MEJORA DE PROCESOS DE CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA

Presentado por

GABRIEL BONIFAZ BARBA

MÁSTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TELEDETECCIÓN

Septiembre 2019



Resumen

Los modelos simplificados de corrección radiométrica que utilizan valores de referencia de la reflectividad de cubiertas invariantes en largos periodos de tiempo, definidos como áreas pseudoinvariantes (API), permiten el procesamiento y calibración de imágenes adquiridas por distintos sensores o de series temporales con una elevada coherencia. El objetivo de este trabajo es el de implementar un procedimiento que permita identificar áreas pseudoinvariantes (APIs) de manera automática en un área inicial de estudio para posteriormente establecer la automatización para todo el continente europeo mediante el uso de imágenes multitemporales de reflectividad en superficie del sensor MODIS (MOD09GA). La metodología implementada se basa en el trabajo realizado por Pesquer et al. (2019) y Pons et al. (2014), la cual consta de una etapa de preselección de las API a través de criterios de calidad, análisis geoestadístico y de condiciones de iluminación de los píxeles de cada imagen. Y de una etapa de selección de API cuyos píxeles presenten una baja desviación estándar en sus valores de reflectividad para cada banda espectral. Al implementar esta metodología se obtuvieron 62 APIs en el área de estudio que abarcan diversas cubiertas con distintos comportamientos espectrales de los cuales el mayor porcentaje (29%) se encuentra dentro del tipo de cultivos con presencia de vegetación natural, seguido por masas de agua (22,6%) y por bosques de coníferas (21%). Mientras que el tipo de cubierta con menor porcentaje de APIs fue la de bosques mixtos (1,6%).

Palabras clave

MODIS, reflectividad, área pseudoinvariante, series temporales.

Abstract

Simplified radiometric correction models that use reference values of the reflectance of invariant land covers over long periods, determined as pseudoinvariant areas (API), allow the processing and calibration of images acquired by different sensors or time series with high coherence. The objective of this work is to implement a procedure that allows identifying pseudoinvariant areas (APIs) automatically in an initial study area to subsequently establish automation for the entire European continent using multitemporal reflectance surface images of the MODIS sensor (MOD09GA). The methodology implemented is based on the work carried out by Pesquer et al. (2019) and Pons et al. (2014), which consists of a stage of pre-selection of APIs through quality criteria, geostatistical analysis and illumination conditions of the pixels of each image. Moreover, the API selection stage gets pixels that presents a low standard deviation in their reflectance values for each spectral band. When implementing this methodology, 62 APIs were obtained in the study area that include different land covers with different spectral behaviors of which the highest percentage (29%) are crops with natural vegetation, followed by water bodies (22.6%) and by coniferous forests (21%). While the land cover with the lowest percentage of APIs was the mixed forest (1.6%).

Keywords

MODIS, reflectance, pseudoinvariant area, time series.

Índice

| | |
|---|----|
| Resumen..... | 1 |
| Palabras clave | 1 |
| Abstract | 1 |
| Keywords..... | 1 |
| Índice de ilustraciones | 3 |
| Índice de tablas..... | 3 |
| Acrónimos | 4 |
| 1. Introducción (Antecedentes y objetivos) | 5 |
| 2. Material y Métodos..... | 8 |
| 2.1. Área de estudio | 9 |
| 2.2. Datos de partida: Imágenes | 10 |
| 2.3. Preselección de APIs | 12 |
| 2.3.1. Selección de imágenes de alta calidad. | 12 |
| 2.3.2. Caracterización del patrón espacial de las imágenes: Selección automática en función del análisis de variograma..... | 15 |
| 2.3.3. Identificación y corrección de los efectos de iluminación. | 19 |
| 2.4. Selección de las Áreas Pseudoinvariantes (APIs)..... | 20 |
| 3. Resultados y Discusión | 21 |
| 3.1. Preselección de APIs | 21 |
| 3.1.1. Imágenes de alta calidad | 21 |
| 3.1.2. Caracterización del patrón espacial de las imágenes: Selección automática en función del análisis de variograma..... | 21 |
| 3.1.3. Identificación y corrección de los efectos de iluminación | 25 |
| 3.2. Áreas Pseudoinvariantes..... | 26 |
| 3.3. Discusión | 29 |
| 4. Conclusiones | 30 |
| 5. Bibliografía..... | 31 |
| 6. Anexos | 33 |

Índice de ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 Comparación de las bandas de Landsat 7 y 8, MODIS y Sentinel-2. Fuente: https://twitter.com/usgslandsat/status/773939936755982336 | 5 |
| Ilustración 2 Parámetros a considerar en un modelo simplificado de corrección atmosférica. Fuente: (Audicana, 2018) | 7 |
| Ilustración 3 Diagrama de la metodología propuesta. Fuente: Elaboración propia | 9 |
| Ilustración 4 Área de Estudio. Fuente: Elaboración propia | 10 |
| Ilustración 5 Izquierda: Objeto "geodata" de la banda 01 de la imagen MODIS del 10/07/2015, Derecha: Variograma empírico y ajustado | 17 |
| Ilustración 6 Ejemplos de variogramas de imágenes del Grupo A. Izquierda: Banda 1. Derecha: Banda 3 | 18 |
| Ilustración 7 Número de imágenes por mes. Izquierda: Grupo A. Derecha: Grupo B | 21 |
| Ilustración 8 Variograma representativo banda 1 ± 0.75 veces la desviación estándar | 22 |
| Ilustración 9 Selección de las imágenes MODIS (MOD09GA). A) Imagen del 16 de julio del 2014, Grupo A: 98,39% de píxeles válidos. B) Imagen del 12 de enero de 2009, Grupo B: 75,37% de píxeles válidos (Imagen Válida). C) Imagen del 14 de marzo del 2018, Grupo B: 50,29% de píxeles válidos (Imagen No Válida). D) Imagen del 7 de septiembre de 2012, 18,99% de píxeles válidos (Imagen No seleccionada) | 24 |
| Ilustración 10 Reducción del número de imágenes mediante los criterios de preselección de los APIs | 25 |
| Ilustración 11 Porcentaje de píxeles descartados por el ángulo de incidencia solar en cada mes | 25 |
| Ilustración 12 Desviación estándar media y máxima de cada banda y umbral máximo para cada banda | 26 |
| Ilustración 13 Firmas espectrales de cada API clasificado por su tipo de cubierta | 27 |
| Ilustración 14 Ubicación de los APIs con su tipo de cubierta vegetal | 29 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Bandas MOD09GA. Fuente: (Vermote, Roger, & Ray, 2015) | 11 |
| Tabla 2 Descripción de los bits de la banda de calidad (state_1km: 16 bits). Fuente: MOD09 User Guide..... | 13 |
| Tabla 3 Máxima desviación estándar para ser considerado como pixel pseudoinvariante (Unidad de reflectividad 10^4). Fuente: (Feng et al., 2013) | 20 |
| Tabla 4 Matriz de confusión | 23 |
| Tabla 5 Imágenes seleccionadas del grupo B | 23 |
| Tabla 6 Resumen estadístico de los APIs obtenidos en el área de estudio..... | 26 |

Acrónimos

| Acrónimo | Definición |
|-----------------|--|
| API(s) | Área Pseudoinvariante(s) |
| AERONET | <i>Aerosol RObotic NETwork (NASA)</i> |
| BOA | <i>Bottom of atmosphere</i> |
| CORINE | <i>Coordination of Information on Environment</i> |
| DOS | <i>Dark Object Subtraction</i> |
| EEA | <i>European Environment Agency</i> |
| EOS | <i>Earth Observation System</i> |
| EOSDIS | <i>Earth Observing System Data and Information System</i> |
| EPSG | <i>European Petroleum Survey Group</i> |
| ESA | <i>European Space Agency</i> |
| ESDIS | <i>Earth Science Data and Information System</i> |
| ETM+ | <i>Enhanced Thematic Mapper Plus (NASA Landsat)</i> |
| GEE | <i>Google Earth Engine</i> |
| GEOSS | <i>Global Earth Observation System of Systems</i> |
| LANDSAT | <i>Land Satellite</i> |
| LDCM | <i>Landsat Data Continuity Mission</i> |
| MDE | Modelo de Elevación Digital |
| MODIS | <i>Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (NASA EOS)</i> |
| MSI | <i>Multispectral Imager (Sentinel)</i> |
| MSS | <i>Multispectral Scanner (Landsat)</i> |
| NA | <i>Not Available</i> |
| NASA | <i>National Aeronautics and Space Administration (USA)</i> |
| NIR | <i>Near Infrared</i> |
| OLI | <i>Operational Land Imager</i> |
| ORNL DAAC | <i>Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center for biogeochemical dynamics</i> |
| PICS | <i>Pseudo Invariant Calibration Sites</i> |
| QA-SDS | <i>Quality Assurance Science Data Set</i> |
| RTM | <i>Radiative Transfer Model</i> |
| SPDF | <i>Spatial Pixels Data Frame</i> |
| SRTM | <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> |
| SWIR | <i>Short Wave Infrared</i> |
| TM | <i>Thematic Mapper (Landsat) – Telemetry</i> |
| TOA | <i>Top of atmosphere</i> |
| USDA | <i>United States Department of Agriculture</i> |
| USGS | <i>United States Geological Survey (USA)</i> |
| UTM | <i>Universal Transverse Mercator</i> |
| WGS84 | <i>World Geodetic System 1984</i> |

1. Introducción (Antecedentes y objetivos)

El monitoreo de la superficie terrestre mediante el análisis de datos multitemporales adquiridos por sensores remotos permiten una mejor comprensión de la evolución de los cambios de las cubiertas terrestres. Este análisis se basa en la comparación de la energía captada por sensores a bordo de plataformas espaciales que reflejan las cubiertas terrestres (vegetación, agua y suelo). Esta energía es conocida como radiancia y depende de la radiación solar incidente, las condiciones atmosféricas, precisión geométrica e iluminación debido a la topografía o ángulos de adquisición de las imágenes. La variabilidad de estas condiciones hacen necesaria una medida más representativa de la superficie terrestre, por lo que se establece a la reflectividad como la relación entre la radiación incidente y la emitida por las cubiertas terrestres (Feng et al., 2013).

La medición de la reflectividad de las cubiertas terrestres es una de las principales funciones de los sistemas de observación remota ya que permite un seguimiento continuo de los cambios en la superficie. De tal forma que se obtenga un mejor conocimiento de la dinámica de estos cambios y así establecer un mejor manejo y uso de los recursos naturales (Lu, 2004), debido a que provee de una medida física que permite la clasificación de cubiertas de la superficie terrestre, control y seguimiento de cultivos, análisis de incendios, seguimiento de sequías (Gomasca, 2009), así como la obtención de atributos como índices de vegetación, albedo, etc (Feng et al., 2013; Pons et al., 2014).

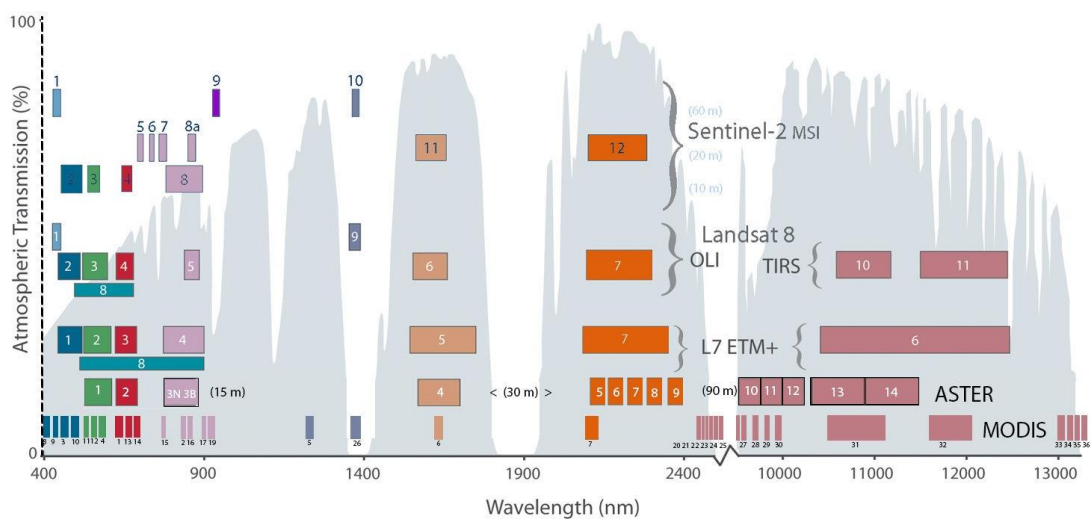


Ilustración 1 Comparación de las bandas de Landsat 7 y 8, MODIS y Sentinel-2. Fuente: <https://twitter.com/usgslandsat/status/773939936755982336>

Con esta finalidad, en las últimas décadas se han desarrollado numerosos programas de observación espacial, con muy diversas características en cuanto a resolución temporal, radiométrica y espacial. Destacar programas como el diseñado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) a través del Sistema de Observación Terrestre (*Earth Observation System*, EOS) con la serie de satélites Landsat, que cuenta con un archivo de imágenes desde el año 1972 adquiridas por diferentes sensores (MSS: *Multispectral Scanner System*, TM: *Thematic Mapper*, ETM+: *Enhanced Thematic Mapper Plus*, OLI: *Operational Land Imager*) que han evolucionado a lo largo del tiempo debido a la Misión de Continuidad de Landsat (LDCM). El programa Landsat ha generado un gran impacto en la comunidad científica debido tanto a las características de las imágenes que ha adquirido como al hecho de que desde 2008, el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) distribuye su información libremente

(Pons et al., 2014). Con el objetivo de complementar el programa Landsat, en el marco del Sistema de Sistemas de Observación Global Terrestre (GEOSS), se desarrollaron nuevos sensores con características operacionales similares a los sensores del programa Landsat. El caso de *Copernicus*, programa espacial de la Unión Europea (ESA: *European Union Space Programme*), que cuenta con dos satélites Sentinel-2 cuyo sensor *Multispectral Imager* (MSI) presenta características diseñadas especialmente para complementar al programa Landsat (Ilustración 1). Estos satélites, desarrollados para facilitar el monitoreo de las cubiertas terrestres mediante la obtención de productos de reflectividad en superficie, comenzaron a adquirir imágenes en el año 2015.

Por una parte, el programa Landsat ha producido un amplio archivo de imágenes usando diferentes sensores por lo que es indispensable que exista una coherencia de los datos que han generado estos sensores a lo largo del tiempo. Así como la importancia de esta coherencia en la creación de mosaicos de imágenes usando diversas series temporales. De igual manera esta información debe ser coherente con la adquirida por sensores con similares características. Por lo tanto, teniendo en cuenta, que los satélites Sentinel-2 de la ESA son complementarios a los satélites del programa Landsat, en concreto, al actualmente operativo Landsat-8, es indispensable desarrollar estrategias que permitan la coherencia entre los datos adquiridos por estos.

Por otro lado, si se tiene en cuenta que la reflectividad en distintas regiones del espectro electromagnético depende únicamente de las características de las cubiertas, esta debe ser independiente de las condiciones de iluminación y del sensor que haya sido utilizado (Pesquer, González, Domingo, Cristóbal, & Pons, 2015). La NASA (Claverie, Masek, & Dungan, 2017) y la ESA (Saunier et al., 2017) han presentado productos que demuestran una coherencia entre la información generada por la serie de satélites Landsat y con Sentinel-2, lo cual asegura un monitoreo de la superficie a través de la continua actividad operacional de estos programas. La mayoría de la información que estos programas generan se distribuye con distintos niveles de procesamiento. Por defecto, hasta hace solo unos años, las imágenes Landsat se distribuían en valores de radiancia espectral ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$) a nivel de la atmósfera (TOA: *Top of Atmosphere*), siendo necesario aplicar a estas imágenes métodos de corrección atmosférica y topográfica para obtener valores de reflectividad en superficie (BOA: *Bottom of Atmosphere*), de modo que los datos no estén afectados por factores atmosféricos (aerosoles, vapor de agua, etc) ni de iluminación por la morfología del terreno y de la posición del sol, y así poder ser comparables entre sí (J.C. Padró et al., 2017). Se debe considerar que el archivo histórico de Landsat sigue incrementando el volumen de datos disponible conjuntamente con el programa Sentinel-2, por lo que el proceso de corrección radiométrica para un archivo tan grande de datos debe proveer una precisión considerable y preferiblemente de manera automatizada de tal manera que sea posible su comparación con archivos de datos más amplios como el que genera el sensor MODIS (*MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer*).

El proceso de corrección atmosférica tiene en cuenta las variables expuestas en la Ilustración 2, donde $E_{0,\lambda}$ es la irradiancia solar extraterrestre; $E_{b,\lambda}$, $E_{d,\lambda}$, $E_{r,\lambda}$ son la irradiancia solar directa, difusa y reflejada respectivamente; $\rho_{cub,\lambda}$ es la reflectividad de la cubierta; $\tau_{i,\lambda}$ y $\tau_{0,\lambda}$ son la transmisividad de la atmósfera en la dirección del rayo incidente y reflejado respectivamente; $L_{cub,\lambda}$ es la radiancia reflejada por la cubierta y $L_{atm,\lambda}$ es la radiancia debida a la dispersión atmosférica. Se puede observar que el flujo inicial de la irradiancia solar extraterrestre $E_{0,\lambda}$ disminuye por la dispersión y absorción atmosférica ocasionada por los aerosoles, vapor de agua y gases atmosféricos. Esta disminución de la irradiancia se da en ambos sentidos, en el del rayo incidente

y reflejado, y de forma simplificada, la parte correspondiente a la absorción atmosférica puede cuantificarse a través de la magnitud espectral conocida como transmisividad atmosférica (τ_λ). Esta magnitud es adimensional y depende del espesor óptico de la atmosfera (τ_0) y del ángulo cenital del sol. Mientras mayores sean estos parámetros, menor será la transmisividad de la atmosfera. De manera paralela, la dispersión debida al vapor de agua y aerosoles implica una reducción en la irradiancia solar directa y un incremento de la irradiancia solar difusa, así como un incremento en la radiancia atmosférica ($L_{atm,\lambda}$) detectada por el sensor. Por todo ello, la corrección atmosférica más sencilla, según un modelo simplificado que considera la superficie plana y por lo tanto no tiene en cuenta la irradiancia solar reflejada, tiene que cuantificar las siguientes incógnitas, que a su vez dependen de la longitud de onda: el espesor óptico de la atmosfera, la irradiancia solar difusa que llega hasta la cubierta, y la radiancia atmosférica debido a la dispersión. Con el objetivo de intentar obtener estos datos desconocidos para generar valores de reflectividad en superficie se han desarrollado numerosos métodos de corrección que se pueden agrupar en tres grandes grupos (J. C. Padró et al., 2017):

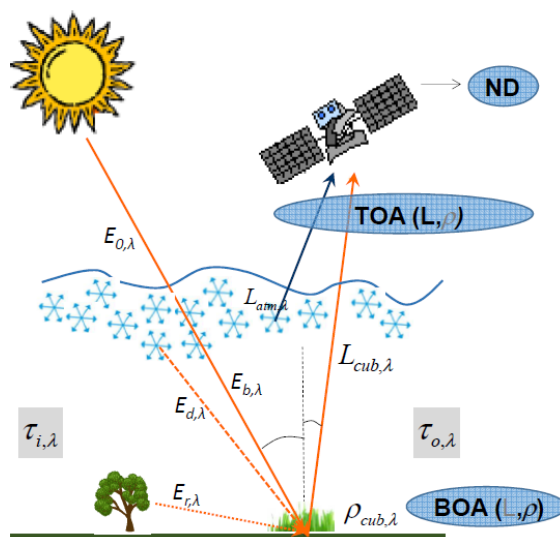


Ilustración 2 Parámetros a considerar en un modelo simplificado de corrección atmosférica. Fuente: (Audicana, 2018)

Por un lado, métodos de base física, que se basan en el cálculo de los efectos físicos de la atmosfera sobre el recorrido completo del flujo de energía mediante el uso de Modelos de Transferencia Radiativa (RTM). Estos modelos tratan de cuantificar la composición atmosférica bien mediante datos medidos in-situ (radiosondeos) o, a través de iniciativas globales como AERONET (*Aerosol Robotic Network*), esta información no se encuentre accesible para determinados lugares (amplias áreas) y fechas, lo que limita la aplicabilidad de estos métodos de corrección. Debido a que las mediciones de las condiciones atmosféricas in-situ muchas veces no se encuentran disponibles para el tiempo o el área del que se obtiene las imágenes a procesar se han desarrollado métodos de corrección simplificados, basados en los datos de la propia imagen, como los métodos de Nula Dispersión Atmosférica (DOS: *Dark Object Subtraction*), que asumen la existencia de cubiertas con materiales de alta absorción y en condiciones de mínima iluminación dentro del área de estudio, de modo que en estas zonas los valores de radiancia en caso de no existir dispersión atmosférica, deberían ser cercanos a cero (P. Chavez, 1975; P. A. T. S. Chavez, 1988). Por último, hay otro grupo de métodos de corrección atmosférica que usan valores de referencia, ya sea de mediciones de campo (espectroradiómetros) tomadas simultáneamente con la adquisición de la imagen satelital o a través de cubiertas o áreas cuyos

valores de reflectividad son estables y prácticamente invariantes en periodos largos de tiempo. La corrección radiométrica según estos métodos implica ajustar los valores de reflectividad de las áreas de estudio con los valores de referencia de las cubiertas invariantes. Autores como Hall et al. (1991) y Hadjimitsis et al. (2009) han demostrado la utilidad de procedimientos de corrección atmosférica basados en *Sitios de Calibración Pseudoinvariantes* (PICS). Los PICS son zonas espectralmente estables en periodos de tiempo largo, útiles para la corrección atmosférica de imágenes captadas por distintos sensores en distintas fechas, permitiendo generar respuestas radiométricas coherentes entre las imágenes analizadas.

En esta línea, destacar el trabajo de Pons et al. (2014) en el que se propone un procedimiento que utiliza valores de reflectividad de áreas pseudoinvariantes (APIs) para cuantificar los valores del espesor óptico de la atmósfera (τ_λ) y de radiancia atmosférica debida a la dispersión ($L_{atm,\lambda}$) a utilizar en un modelo de corrección atmosférica simplificado. Estos valores de reflectividad de las APIs se extraen de una serie temporal de 10 años del producto de reflectividad en superficie (MOD09GA) del satélite TERRA-MODIS. Este procedimiento de corrección permitió generar productos de reflectividad en superficie de imágenes Landsat 4,5 y 7 que fueron validadas con productos MODIS para evaluar su coherencia. Todo ello permitió obtener una clasificación de cubiertas con una alta calidad para la península ibérica (Feng et al., 2013; J. C. Padró et al., 2017).

Cuando se precisa trabajar con largas series temporales de imágenes satelitales para, por ejemplo, detectar cambios en el territorio, es importante disponer de productos coherentes entre sí, que permitan una comparación armónica y automática entre las imágenes adquiridas por diferentes sensores y en diferentes fechas. En estos casos, se ha demostrado que es importante disponer de una base de datos de referencia cuyos valores de reflectividad sean estables en periodos largos de tiempo.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es el de implementar el procedimiento que permita identificar áreas pseudoinvariantes (APIs), es decir, zonas cuyas cubiertas presentan una reflectividad prácticamente invariante a lo largo del tiempo, para una zona específica de Centroeuropa en un periodo de 10 años. Para ello se tomará como referencia el producto de reflectividad en superficie (MOD09GA) del sensor TERRA-MODIS. Los datos de reflectividad procedentes de las APIs se utilizarán para la obtención de parámetros necesarios en la corrección atmosférica de cualquier imagen multispectral adquirida en bandas del espectro equivalentes a las del sensor TERRA-MODIS, entre las que se encuentran la mayoría de las imágenes captadas por los satélites ópticos más habituales como los mencionados Landsat y Sentinel-2.

2. Material y Métodos

El procedimiento de identificación de APIs a implementar se basa en los trabajos realizados por Pesquer et al. (2013) y Pons et al. (2014), que utilizan como información de partida una serie temporal amplia del producto diario de reflectividad en superficie del sensor MODIS, MOD09GA. Estos autores definen los criterios que deben cumplir los píxeles de una determinada serie temporal de imágenes para ser preseleccionados como APIs, resumidos en el Ilustración 3. Primero, deben ser píxeles que no correspondan con nubes, sombras de nubes, zonas afectadas por fuego, zonas de nieve y hielo o zonas con alta presencia de aerosoles. Para enmascarar todos estos píxeles se utiliza la banda de calidad del producto MOD09GA. Además, se descartan aquellos píxeles que presenten un ángulo cenital de observación superior a 35°. En este caso, el producto que se utiliza es el correspondiente al ángulo de observación cenital del sensor,

facilitado en cada producto diario MOD09GA. Tras la aplicación de este criterio, se eliminan de la serie temporal considerada todas aquellas imágenes que tengan menos de 25% de píxeles válidos o no enmascarados. Segundo, en el proceso de preselección de APIs deben excluirse además aquellas imágenes de la serie temporal que presenten anomalías en el patrón espacial de reflectividad de las bandas 1 y 3, lo que se determina mediante el análisis del variograma de cada una de ellas. En este criterio se excluyen aquellas imágenes que no hayan sido seleccionadas dentro del rango del variograma representativo de las dos bandas utilizadas. Tercero, deben ser píxeles que reciban suficiente irradiancia directa, excluyéndose todos los píxeles *cast shadows*, así como aquellos que tengan un ángulo de incidencia solar superior a 70°. Teniendo en cuenta los tres criterios anteriores, se realiza una preselección de modo que, en una fase posterior, se seleccionaran como APIs aquellos píxeles que presenten una baja desviación estándar en sus valores de reflectividad, es decir, cuya reflectividad sea casi constante en la serie temporal considerada.

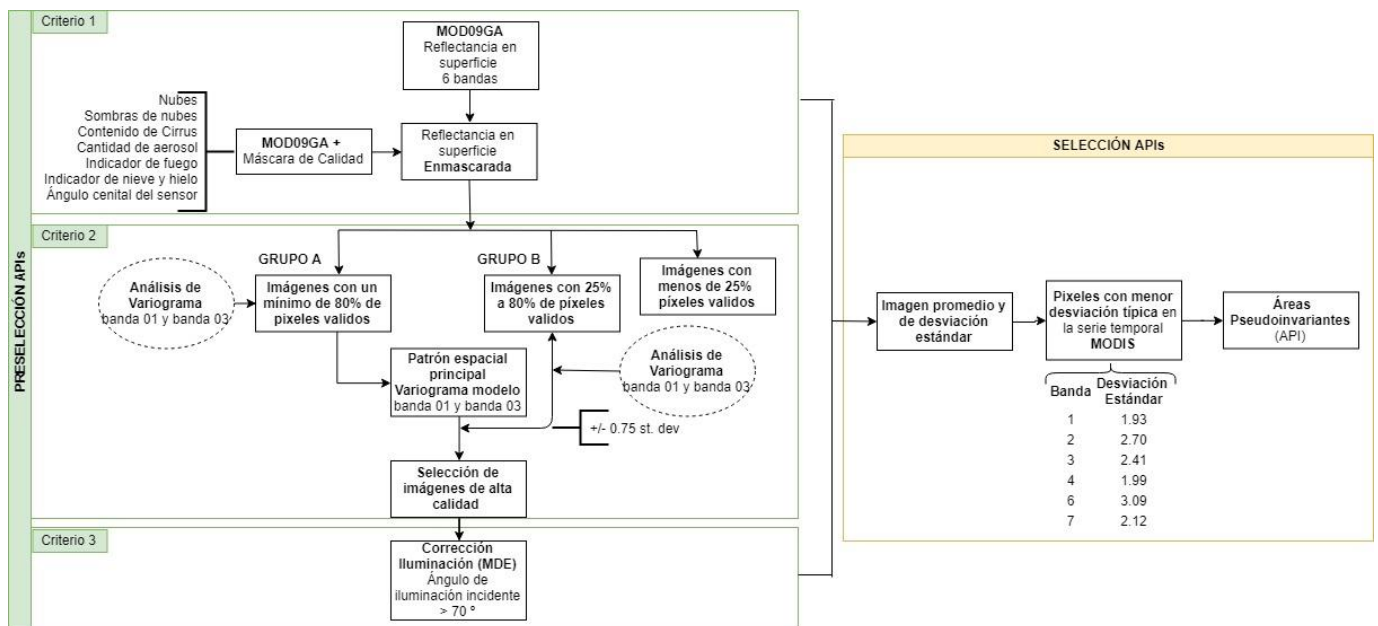


Ilustración 3 Diagrama de la metodología propuesta. Fuente: Elaboración propia

2.1. Área de estudio

En principio, se planteó desarrollar el trabajo para todo el continente europeo. Debido a su gran extensión, el método propuesto se ha aplicado a parte de una cuadrícula concreta de la serie de imágenes MODIS correspondiente a una zona del sur-oeste de Francia. El área de estudio inicial se encuentra en el tile correspondiente al tile horizontal 18 y al vertical el 4. Además, para disminuir el coste computacional que el procesamiento de toda la serie temporal implica, las imágenes MODIS fueron divididas en sub-escenas menores usando el grid de distribución de Sentinel-2. Por lo tanto, la sub-escena que se utilizó es la 31TDK, con un área de 12111 km². La zona, presenta una cobertura heterogénea de vegetación natural y semi-natural, bosques y montañas y se caracteriza por tener un clima mediterráneo con fríos inviernos, fuertes lluvias y cálidos veranos. Estas variaciones climáticas y orográficas podrían generar problemas potenciales en los patrones de variabilidad espacial que serán abordados a través del análisis de los variogramas espaciales. Se trabaja con esta área inicial de estudio para posteriormente establecer la automatización para todo el continente europeo.

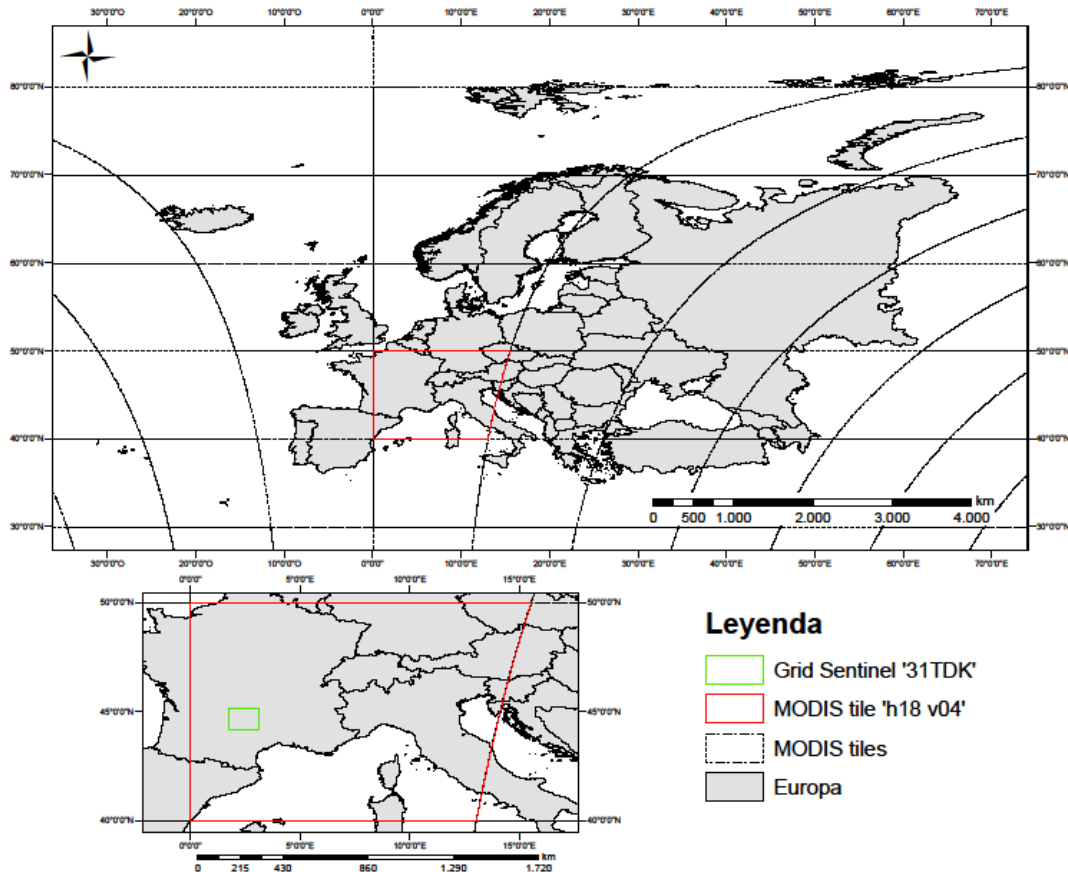


Ilustración 4 Área de Estudio. Fuente: Elaboración propia

2.2. Datos de partida: Imágenes

Uno de los programas espaciales que permite monitorizar la superficie terrestre es el constituido por los satélites heliosincrónicos TERRA-AQUA, que llevan a bordo, entre otros, un espectroradiómetro de resolución moderado denominado MODIS (*MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Este sensor se desarrolló con el objeto de monitorizar dinámicas ambientales a una escala global y con una revisita diaria para una mejor comprensión de los cambios en la superficie terrestre, en la atmósfera y en la superficie acuática (Mas, 2011). Provee de imágenes diarias generando una amplia colección de imágenes para un monitoreo global extenso. Cuenta con resolución radiométrica de 12 bit en 36 bandas espectrales, en la región del espectro electromagnético que va desde los 0.405 μm hasta los 14.485 μm . La resolución geométrica con la que adquiere información varía entre los 250 m (2 bandas), 500 m (6 bandas) y 1000 m (29 bandas) en la posición nadiral, con un ancho de barrido de 2330 km (Gomasasca, 2009).

La NASA distribuye 5 clases de productos MODIS en función a su nivel de procesamiento. El producto de reflectividad diaria de superficie, MOD09GA, está proyectado en una malla uniforme de cuadrículas de 1200 x 1200 km (tile) según la proyección sinusoidal, generadas utilizando algoritmos que eliminan el efecto de nubes, cirrus, vapor de agua, gases atmosféricos y aerosoles (Pons et al., 2014). Además, este producto provee bandas de calidad, de ángulos solares y de observación y de número de observaciones, tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Bandas MOD09GA. Fuente: (Vermote, Roger, & Ray, 2015)

| | Nombre de la banda | Unidades | Tipo de dato | Valor de relleno | Rango valido | Factor de escala |
|-------|--|---------------|-----------------------------|------------------|----------------|------------------|
| 1 km | num_observations_1km Number of Observations State_1km: Reflectance Data State | None | Entero de 8 bits con signo | -1 | 0 - 127 | NA |
| | SensorZenith | Grados | Entero de 16 bits con signo | -32767 | 0 - 18000 | 0.01 |
| | SensorAzimuth | Grados | Entero de 16 bits con signo | -32767 | -18000 - 18000 | 0.01 |
| | SolarZenith | Grados | Entero de 16 bits con signo | -32767 | 0 - 18000 | 0.01 |
| | SolarAzimuth | Grados | Entero de 16 bits con signo | -32767 | -18000 - 18000 | 0.01 |
| | num_observations_500m | None | Entero de 8 bits con signo | -1 | 0 - 127 | NA |
| 500 m | sur_refl_b01: (620 – 670 nm) | Reflectividad | Entero de 8 bits con signo | -28672 | -100 - 16000 | 0.0001 |
| | sur_refl_b02: (841 – 876 nm) | Reflectividad | Entero de 8 bits con signo | -28672 | -100 - 16000 | 0.0001 |
| | sur_refl_b03: (459 – 479 nm) | Reflectividad | Entero de 8 bits con signo | -28672 | -100 - 16000 | 0.0001 |
| | sur_refl_b04: (545 – 565 nm) | Reflectividad | Entero de 8 bits con signo | -28672 | -100 - 16000 | 0.0001 |
| | sur_refl_b05: (1230 – 1250 nm) | Reflectividad | Entero de 8 bits con signo | -28672 | -100 - 16000 | 0.0001 |
| | sur_refl_b06: (1628 – 1652 nm) | Reflectividad | Entero de 8 bits con signo | -28672 | -100 - 16000 | 0.0001 |
| | sur_refl_b07: (2105 – 2155 nm) | Reflectividad | Entero de 8 bits con signo | -28672 | -100 - 16000 | 0.0001 |

Selección de imágenes mediante la plataforma de Google Earth Engine

La plataforma de Google Earth Engine (GEE) permite trabajar con amplios repositorios de imágenes satelitales como Landsat, Sentinel, entre otros. MODIS cuenta con varias librerías de imágenes disponibles en el repositorio de GEE, una de las cuales es la serie diaria original de Reflectividad **MOD09GA Surface Reflectance Daily L2G Terra**. La serie temporal que se va a utilizar para el desarrollo de este trabajo es la comprendida entre 2009 a 2018, periodo en el que se obtuvieron 365 imágenes por año con una resolución espacial de 500 metros.

La serie de imágenes MOD09GA que suministra GEE es global por lo que es necesario definir la zona en la que se va a realizar el análisis. Generalmente se puede definir el filtro o límites de la zona de estudio mediante la incorporación de una geometría o a través de un shapefile que contenga dichos límites. Puesto que se va a trabajar con un tile específico, existe una fuente que contiene la información del Grid Sinusoidal KMZ de MODIS en forma de *Fusion Table* distribuida por el *Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center for biogeochemical dynamics* (ORNL DAAC), que es un centro de datos del *Earth Observing System Data and Information System* (EOSDIS) de la NASA, y generada en el marco del proyecto *Earth Science*

Data and Information System (ESDIS), que tiene por objetivo proveer información científica y acceso a usuarios a la información de las misiones científicas terrestres de la NASA (ORNL DAAC, 2017) .

Por otro lado, si se tiene en cuenta que el ángulo cenital del sensor varía según el día en el que se realiza la adquisición de la imagen, no todas las imágenes generadas cubren completamente el tile de distribución de MODIS. Por ello, se decidió fragmentar el tile de MODIS en tiles más pequeños, siguiendo el grid de distribución de Sentinel-2 obtener un mayor porcentaje de píxeles validos en cada escena y a su vez, disminuir el coste computacional de procesamiento para este trabajo concreto. A continuación, se muestra el código a aplicar en GEE para poder utilizar dichos grids (*modisgrid* y *sentinelgrid*). Las capas vectoriales son tratadas como objetos *ee.FeatureCollection* que puede ser filtrados por los atributos que almacenen dichas capas, en este caso se filtró por el nombre de cada tile. Además, se presenta la serie temporal (*modis*) de imágenes MOD09GA (*ee.ImageCollection*) filtrada por la fecha inicial y final de análisis y delimitada al área del tile Sentinel-2.

```
var modisgrid = ee.FeatureCollection('ft:1o8yjLqky65mczW7r0Lc-6BypK2thGlvRTrjKdAI')
  .filter(ee.Filter.and(
    ee.Filter.eq('h', 18),
    ee.Filter.eq('v', 4)));

var sentinelgrid = ee.FeatureCollection('users/gabrielbonifaz93/S2A_OPER_Malla')
  .filter(ee.Filter.or(ee.Filter.eq('NAME', '31TDK')));

var modis = ee.ImageCollection('MODIS/006/MOD09GA')
  .filterDate('2009-01-01', '2019-01-01')
  .filterBounds(sentinelgrid)
```

Las imágenes de reflectividad en superficies con las que se trabajó presentan las siguientes 7 bandas espectrales:

- 459 to 479 nm (B03-blue)
- 545 to 565 nm (B04-green)
- 620 to 670 nm (B01-red)
- 841 to 876 nm [B02-NIR1 (near infrared)]
- 1230 to 1250 nm (B05-NIR2)
- 1628 to 1652 nm [B06-SWIR1 (short wave infrared)]
- 2105 to 2155 nm (B07-SWIR2)

Además, se cuenta con un conjunto de datos de calidad (*Quality Assurance Science Data Set: QA-SDS*), que proveen información de la calidad de cada pixel. Esta información se utilizó para descartar píxeles con una alta probabilidad de tener valores erróneos y para seleccionar aquellos que presenten una alta calidad para el análisis.

2.3. Preselección de APIs

2.3.1. Selección de imágenes de alta calidad.

La banda de calidad QA-SDS permite enmascarar correctamente los píxeles erróneos y seleccionar los píxeles de alta calidad de cada imagen de la serie temporal. Esta banda determina

la calidad de cada píxel de la imagen en base a una secuencia de bits que describen tanto las condiciones atmosféricas en el momento de observación del píxel así como su tipología (Tabla 2).

Tabla 2 Descripción de los bits de la banda de calidad (state_1km: 16 bits). Fuente: MOD09 User Guide

| Bit | Nombre del parámetro | Combinación de bits | Significado de los datos QA (banda state_1km) |
|---------|---|---------------------|---|
| 0-1 | Condición de nubes | 00 (0) | Despejado |
| | | 01 (1) | Nuboso |
| | | 10 (2) | Mixto |
| | | 11 (3) | No definido, se asume despejado |
| 2 | Sombras de nubes | 0 | No |
| | | 1 | Si |
| 3-5 | Indicador tierra/agua | 000 (0) | Océano superficial |
| | | 001 (1) | Solo tierra |
| | | 010 (2) | Costa de océanos y orillas de lagos |
| | | 011 (3) | Aguas continentales superficiales |
| | | 100 (4) | Aguas efímeras |
| | | 101 (5) | Aguas profundas continentales |
| | | 110 (6) | Océano próximo a la costa |
| 111 (7) | Océano profundo | | |
| 6-7 | Cantidad de aerosoles | 00 (0) | Clima |
| | | 01 (1) | Bajo |
| | | 10 (2) | Intermedio |
| | | 11 (3) | Alto |
| 8-9 | Detección de cirrus | 00 (0) | No |
| | | 01 (1) | Bajo |
| | | 10 (2) | Intermedio |
| | | 11 (3) | Alto |
| 10 | Indicador de algoritmo interno de nube | 0 1 | No Si |
| 11 | Indicador de algoritmo interno de fuego | 0 1 | No Si |
| 12 | Indicador MOD35 nieve/hielo | 0 | No |
| | | 1 | Si |
| 13 | Píxeles adyacentes a nubes | 0 | No |
| | | 1 | Si |
| 14 | Corrección BRDF | 0 | No |
| | | 1 | Si |
| 15 | Máscara interna de nieve | 0 | No |
| | | 1 | Si |

Implementación en Google Earth Engine

Para poder excluir de la preselección de APIs los píxeles de baja calidad, bien por las condiciones de observación, por su tipología y por la geometría de observación del sensor, se aplicaron dos máscaras en GEE. La primera permite enmascarar píxeles que no presenten observaciones. Para ello, se generó la función **maskEmptyPixels** que selecciona la banda ('num_observations_1km') para determinar si el píxel presenta al menos una observación en todas las bandas de la imagen.

```
kEmptyPixels = function(image) {  
  var withObs = image.select('num_observations_1km').gt(0);  
  return image.updateMask(withObs);  
};
```

La segunda mascara permite aplicar varios filtros de modo que se excluyan los pixeles que presenten condiciones nubosas, con sombras de nubes, alta cantidad de cirrus, fuego, nieve y alto contenido de aerosoles. Para ello se definió en GEE la función **qualityMask** que determina la posición de los bits de interés de cada pixel de una imagen en variables, para posteriormente evaluar si el pixel presenta condiciones de alta calidad. Luego, se enmascaran aquellos pixeles de la imagen que no presenten las condiciones mencionadas. Además, teniendo en cuenta la imagen de ángulo cenital del sensor, es decir, de la observación, se enmascaran los pixeles con ángulos iguales o mayores a 35°, excluyéndose de cada imagen debido a su alta distorsión geométrica y su baja resolución espacial.

```
var qualityMask = function(image) {  
  // Selección de la banda de calidad  
  var QA = image.select('state_1km');  
  // Condición sin nubes (bit 0-1)  
  var clearBitMask = 1 << 0 && 1 << 1;  
  // Indicador de algoritmo interno de nube (bit 10)  
  var cloudsBitMask = 1 << 10;  
  // Sombra de nube (bit 2)  
  var cloudShadowBitMask = 1 << 2;  
  // Cantidad de aerosoles (bit 6-7)  
  var aerosolBitMask = 1 << 6 && 1 << 7;  
  // Contenido de cirrus (bits 8-9)  
  var cirrusBitMask = 1 << 8 && 1 << 9;  
  // Identificador de algoritmo interno de fuego (bit 11)  
  var fireBitMask = 1 << 11;  
  // Nieve y hielo (bits 12-15)  
  var snowBitMask = 1 << 12 && 1 << 15;  
  // Selección de la banda del ángulo cenital del sensor  
  var sensorZenith = image.select('SensorZenith').multiply(0.01);  
  
  // Mascara de las condiciones de alta calidad  
  var mask = QA.bitwiseAnd(cloudShadowBitMask).eq(0)  
    .and(QA.bitwiseAnd(clearBitMask).eq(0))  
    .and(QA.bitwiseAnd(cloudsBitMask).eq(0))  
    .and(QA.bitwiseAnd(cirrusBitMask).eq(0))  
    .and(QA.bitwiseAnd(aerosolBitMask).eq(0))  
    .and(QA.bitwiseAnd(fireBitMask).eq(0))  
    .and(QA.bitwiseAnd(snowBitMask).eq(0))  
    .and(sensorZenith.lt(35));  
  
  return image.updateMask(mask);  
};
```

Todas las imágenes se clasificaron en dos grupos (A y B) de acuerdo al número de píxeles válidos que contengan, píxeles considerados de alta calidad de acuerdo a las máscaras realizadas

anteriormente. El umbral usado para el grupo A es del 80% de píxeles válidos y del grupo B entre 25% al 80%. Las imágenes con menos del 25% de píxeles válidos fueron descartadas y no se consideran en el proceso de preselección de APIs. Este umbral depende de la región de estudio y puede ser modificado automáticamente. Es decir, puede ser menor si es necesario incrementar la información temporal.

2.3.2. Caracterización del patrón espacial de las imágenes: Selección automática en función del análisis de variograma

Una vez realizado el pre-procesamiento anterior, enmascarados los píxeles de baja calidad y clasificados según el porcentaje de píxeles válidos que presenta cada imagen se realizó un análisis geoestadístico que permite complementar y mejorar la calidad de la información obtenida, excluyéndose del proceso de preselección de APIs las imágenes con anomalías espaciales. Para disminuir los esfuerzos computacionales manteniendo la información de cada imagen se redujo el número de bandas a analizar usando únicamente dos bandas (B1 y B3), siguiendo las recomendaciones de Pesquer et al. (2019), ya que sus resultados presentan una mayor fiabilidad global en la selección automática usando las bandas mencionadas.

El análisis de la dependencia de la varianza espacial de la reflectividad en superficie de las bandas espectrales a través del variograma, permite establecer patrones espaciales de distribución. Usando los valores de reflectividad de cada píxel, se puede obtener un variograma empírico que una vez modelado y ajustado mediante una función continua, permite identificar parámetros estructurales (pepita, meseta parcial y rango) que caractericen el patrón espacial de la distribución de cualquier variable cuantitativa (Pesquer et al., 2019).

En el presente trabajo se usó como modelo de ajuste el modelo exponencial, cuya ecuación se muestra a continuación:

$$\gamma(h) = c_0 + c_1 \left[1 - e^{-3\frac{h}{r}} \right]$$

donde,

c_0 es la pepita (*nugget*)

c_1 es la meseta parcial (*sill*)

r es el rango (*range*) y

h es la distancia entre mediciones.

La pepita muestra la varianza cerca del origen a distancias muy cortas, y representa el componente del error no correlacionado espacialmente. La meseta parcial representa la varianza en la saturación del variograma y el rango, la distancia espacial a la que el variograma alcanza la saturación mencionada (Pesquer et al., 2019, 2013). Estos parámetros dependen del tipo de función del variograma utilizado y caracterizan el patrón espacial para cada banda espectral.

Implementación en R-Studio

Mediante el uso del software R-Studio se generaron los variogramas para cada imagen. Se requirió de las librerías *raster* y *geoR*, para la lectura de las imágenes y para la obtención de los variogramas. Como se ha comentado previamente, el análisis de variogramas se centró en las bandas 1 y 3 de cada imagen, por lo que se definieron las funciones **banda1** y **banda3** que recodifican los píxeles enmascarados como NA (Not Available), se transforma del sistema de coordenadas geográfica mundial WGS84 al sistema de coordenadas WGS84-UTM de la zona 31N y se convierte la banda (formato ráster) al tipo de datos *SpatialPixelsDataFrame* (SPDF) necesario para generar los variogramas.

```
banda1 <- function(imagen) {
  imagen[imagen == 0] <- NA
  imagen[imagen == -100] <- NA
  imagen_UTM <- projectRaster(imagen, res=500, crs="+init=epsg:32631", method='bilinear')
  imagen_b1 <- subset(imagen_UTM, 1)
  imagen_b1_sp <- as(imagen_b1, "SpatialPixelsDataFrame")
  names(imagen_b1_sp) = "banda1"
  imagen_b1_sp$reflectividad_porcentaje <- imagen_b1_sp$banda1/100
  return(imagen_b1_sp)
}

banda3 <- function(imagen) {
  imagen[imagen == 0] <- NA
  imagen[imagen == -100] <- NA
  imagen_UTM <- projectRaster(imagen, res=500, crs="+init=epsg:32631", method='bilinear')
  imagen_b3 <- subset(imagen_UTM, 3)
  imagen_b3_sp <- as(imagen_b3, "SpatialPixelsDataFrame")
  names(imagen_b3_sp) = "banda3"
  imagen_b3_sp$reflectividad_porcentaje <- imagen_b3_sp$banda3/100
  return(imagen_b3_sp)
}
```

La librería *geoR* tiene implementada la función **variog** que requiere el tipo de dato *geodata* (Ilustración 5 Izquierda), para posteriormente obtener el variograma empírico de la imagen y la función ajustada a dicho variograma (Ilustración 5 derecha). Se creó la función **variograma** que convierte el SPDF en un objeto *geodata* y usando la función **variog** se elabora el variograma empírico, para lo cual se especifica el tipo de tendencia de los datos (constante), se descartan los valores NA y se establece la distancia máxima de análisis (100000 metros).

Además, se creó la función **ajusteVariograma** que mediante la función **variofit** de la librería *geoR* permite ajustar los parámetros (pepita, meseta parcial y rango) al variograma empírico. Dicha función necesita que se introduzcan parámetros iniciales de la meseta y rango para generar el variograma ajustado. Por lo tanto, se realiza una iteración de estos valores iniciales observados en el variograma empírico para el ajuste. Se almacenan los datos de los parámetros obtenidos en cada iteración de ajuste de variograma y se obtiene una distribución acumulada de dichos parámetros para obtener los que mejor se ajusten al variograma empírico. De esta manera se obtiene una función ajustada del variograma para cada imagen.

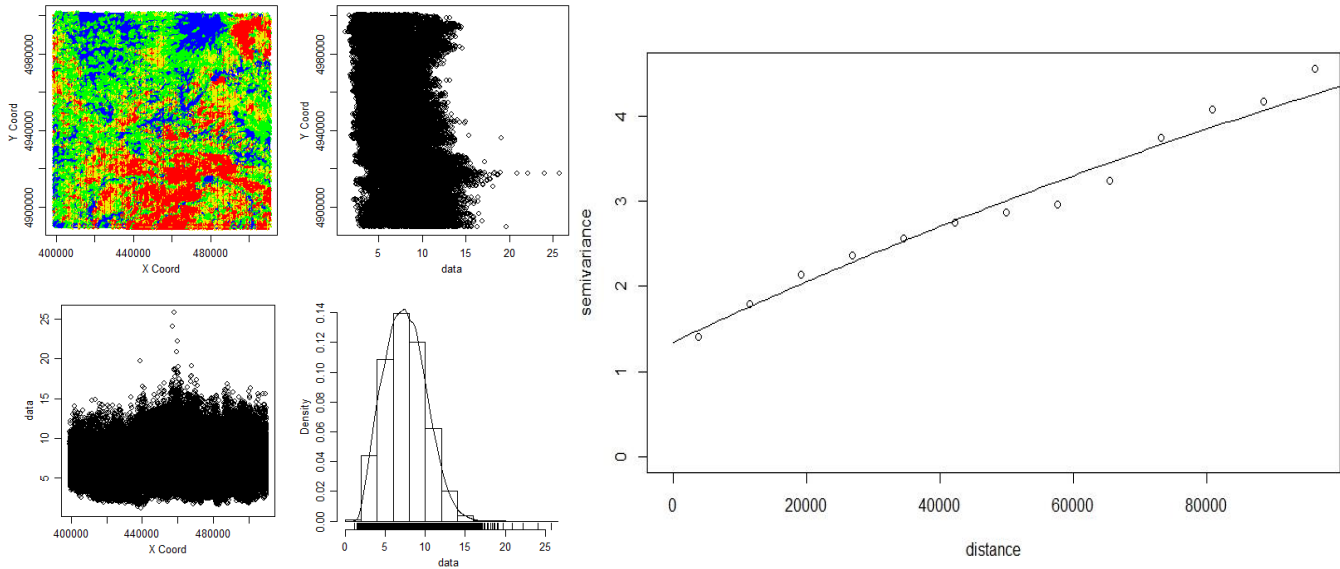


Ilustración 5 Izquierda: Objeto "geodata" de la banda 01 de la imagen MODIS del 10/07/2015, Derecha: Variograma empírico y ajustado

```

variograma <- function(banda_sp) {
  b.geodata<-as.geodata(banda_sp,data.col="reflectividad_porcentaje")
  variogram<-variog(b.geodata,trend="cte",na.rm = T,max.dist = 100000)
  return(variogram)
}

ajusteVariograma <- function(variograma) {
  pepitas <- c()
  ranges <- c()
  sills <- c()
  iniParam <- c()
  minSill <- trunc(mean(rev(variograma$y)[1:2])*0.8)
  maxSill <- floor(mean(rev(variograma$y)[1:2])*1.2)
  minRange <- trunc(variograma$xu[which(variograma$y > minSill)[1]])
  maxRange <- floor(mean(rev(variograma$xu)[1:2])*1.2)
  for (range in seq(minRange,maxRange,length.out = 10)){
    for (sill in seq(minSill,maxSill, length = 10)){
      sills <- c(sills,sill)
      ranges <- c(ranges,range)
      a.variofit<- variofit(variograma,ini=c(sill,range),cov.model = "exp",max.dist = 100000)
      pepitas <-c(pepitas,a.variofit$nugget)
      iniParam <- c(iniParam,a.variofit$cov.pars)
    }
  }
  sill <- seq(1,200,by =2)
  range <- seq(2,200,by=2)
  ParametrosIniciales <- data.frame(sills,ranges,pepitas,iniParam[sill],iniParam[range])
  promPepitas <- c()
  promSills <- c()
  promRanges <- c()

  for (j in 1:100) {

```

```

promPepitas[j] <- mean(ParametrosIniciales$pepitas[1:j])
promSills[j] <- mean(ParametrosIniciales$iniParam.sill.[1:j])
promRanges[j] <- mean(ParametrosIniciales$iniParam.range.[1:j])
}
plot(variograma)
a.variofit<-variofit(variograma,ini=c((promSills[100]),(promRanges[100])),cov.model =
"exp",max.dist = 100000)
lines(a.variofit)
parametros <- c(promPepitas[100],promSills[100],promRanges[100])
return(parametros)

```

Para cada imagen del grupo A se realizó el ajuste del variograma, del que se obtuvieron parámetros estructurales de la función de ajuste. Esto permitió, generar un variograma representativo del promedio de cada parámetro de todas las imágenes. Este variograma se considera como el modelo de la distribución del patrón espacial del área de estudio y es la clave para la posterior exclusión automática de las imágenes que contengan diferentes tipos de problemas y distorsiones.

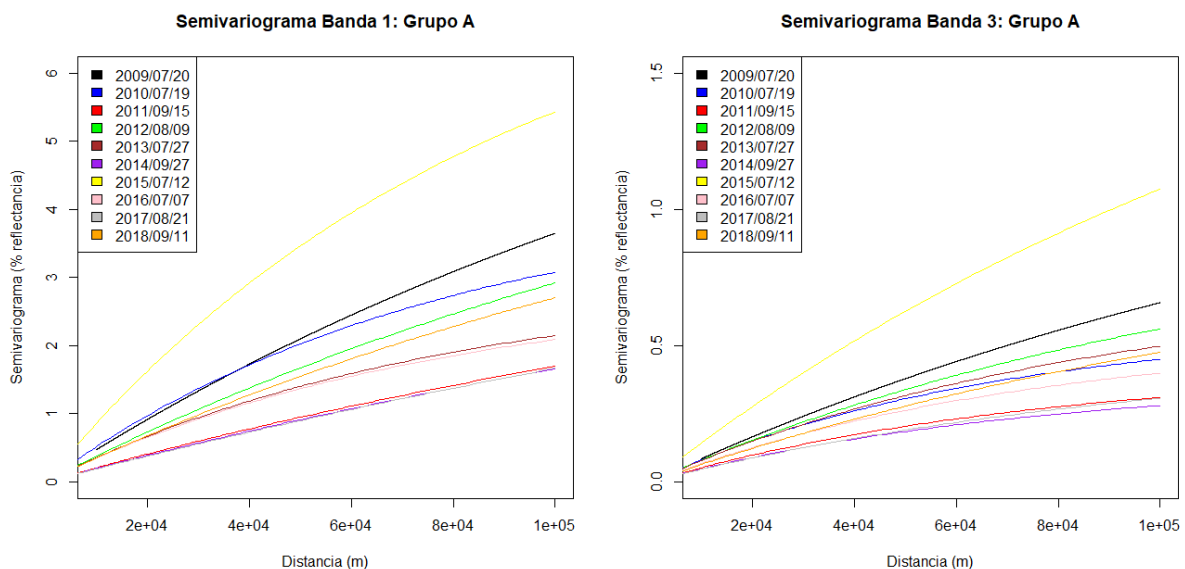


Ilustración 6 Ejemplos de variogramas de imágenes del Grupo A. Izquierda: Banda 1. Derecha: Banda 3

A continuación, se obtienen los variogramas de las imágenes del grupo B, que se comparan con el variograma representativo obtenido a partir del conjunto de imágenes del grupo A. El criterio de selección para que una imagen del grupo B sea considerada como de alta calidad es que los tres parámetros estructurales del variograma (pepita, meseta parcial y rango) se encuentren dentro de un rango calculado de la media del variograma representativo ± 0.75 veces la desviación estándar. Se seleccionó este rango debido a la alta varianza entre los variogramas obtenidos de las imágenes del grupo A, posiblemente producto de la variación de la reflectividad medida en las distintas estaciones del año. Tal y como se muestra en la Ilustración 8, para que una imagen del grupo B pueda ser considerada válida para el análisis de preselección de APIs, su variograma debe estar en el rango establecido. Únicamente se seleccionaron aquellas imágenes que se encuentran dentro del rango del variograma representativo de las dos bandas

utilizadas en el análisis. Es importante mencionar que la posibilidad de incorporar imágenes del grupo B como válidas es vital cuando se disponen pocas imágenes en el grupo A.

2.3.3. Identificación y corrección de los efectos de iluminación.

Para definir un área pseudoinvariante se debe tener en cuenta que dicha área debe recibir irradiación solar directa en el periodo de análisis. Una vez seleccionadas las imágenes de alta calidad se realizó el cálculo del efecto de iluminación mediante el método del coseno para de esta manera reducir las diferencias en las condiciones de iluminación de cada cubierta. Es decir, para poder obtener una medición precisa de la reflectividad en zonas de alto relieve se debe considerar factores que afectan la iluminación que reciben las cubiertas como la posición del sol en el momento de la adquisición de la imagen con respecto a la pendiente, orientación y elevación de la cubierta. Se usó este método ya que puede ser aplicado de manera automática para series multitemporales y principalmente ya que permite la identificación de píxeles cuyo ángulo de incidencia sea mayor a 70° para posteriormente descartarlos ya que al recibir poca irradiación solar directa no deben ser considerados para la selección de las APIs. Por lo tanto, se calculó el ángulo de incidencia solar que recibe cada píxel mediante la información obtenida de los metadatos de cada imagen (ángulo cenital y acimutal del sol) y del Modelo de Elevación Digital (MDE) global SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) versión 4 de 90 metros de resolución (Jarvis, Reuter, Nelson, & Guevara, 2008) del cual se obtuvo la pendiente y orientación, a través de la siguiente fórmula:

$$\cos \theta_i = \cos \beta * \cos \theta_s + \sin \beta * \sin \theta_s * \cos(\varphi_s - \varphi_n)$$

donde:

El $\cos \theta_i$ representa la cantidad de irradiación que recibe una superficie.

β es la pendiente (ángulo)

φ_n es la orientación

θ_s es el ángulo cenital del sol

φ_s es el ángulo acimutal del sol

Implementación en Google Earth Engine

En la plataforma de GEE se crea la función **cosi** para obtener el coseno del ángulo de incidencia de cada imagen. Del Modelo de elevación digital SRTM se obtiene la pendiente (*slope*) y orientación (*aspect*) de cada píxel dentro del área de estudio. Mientras que los ángulos cenital y azimutal del sol para cada píxel de la imagen se encuentran en las bandas *SolarZenith* y *SolarAzimuth* respectivamente. Es necesario mencionar que los valores de estas variables deben estar en radianes para el correcto análisis. Una vez definidas estas variables se usa la función **cosi** en la que se introduce la ecuación a utilizar para obtener el coseno del ángulo de incidencia y añadirlo a la imagen como una banda adicional. Posteriormente, se descartan aquellos píxeles cuyo ángulo de incidencia sea mayor a 70° ($\cos_i < 0.3428$) aplicando la máscara **maskcosi** a aquellos píxeles que reciban menor irradiación solar directa.

```
// Función coseno del ángulo de incidencia (cosi)
var cosi = function(imagen){
  // Cargar el MDE: SRTM90_V4
  var terrain = ee.call('Terrain',ee.Image('CGIAR/SRTM90_V4'));
  // Pendiente
  var p = terrain.select(['slope']).multiply(degree2radian);
  // Ángulo cenital solar
  var z = imagen.select('SolarZenith').divide(100).multiply(degree2radian);
  // Ángulo azimutal solar
  var az = imagen.select('SolarAzimuth').divide(100).multiply(degree2radian);
  // Orientación
  var o = terrain.select(['aspect']).multiply(degree2radian);

  // Ecuación
  var cosi = imagen.expression( '(cosp*cosz) + (sinp*sinz*(cos(az - o)))',
  {
    'cosp': p.cos(),
    'cosz': z.cos(),
    'sinp': p.sin(),
    'sinz': z.sin(),
    'az' : az,
    'o' : o,
    'cos(az-o)': (az.subtract(o)).cos()
  }).rename('cosi');

  return imagen.addBands(cosi);
};

var maskcosi = function(imagen){
  var mask = imagen.select('cosi').gt(0.3428);
  return imagen.updateMask(mask);
};
```

2.4. Selección de las Áreas Pseudoinvariantes (APIs)

Posterior a la corrección del efecto de iluminación se obtuvo una imagen promedio y de desviación estándar de las 289 imágenes obtenidas en la etapa de preselección. Las áreas pseudoinvariantes deben presentar valores de reflectividad casi constantes en periodos grandes de tiempo, por lo tanto, en la imagen promedio se seleccionan únicamente aquellos píxeles que presenten una baja desviación estándar de reflectividad en los 10 años de análisis. Los umbrales máximos de desviación estándar para cada banda de las imágenes MODIS son distintos (Feng et al., 2013; Pons et al., 2014), así un píxel que no supere el umbral definido en cada banda es considerado invariante (Tabla 3).

Tabla 3 Máxima desviación estándar para ser considerado como pixel pseudoinvariante (Unidad de reflectividad 10⁴). Fuente: (Feng et al., 2013)

| | Azul | Verde | Rojo | NIR | SWIR 1 | SWIR 2 |
|----------------------------|-------------|--------------|-------------|------------|---------------|---------------|
| Desviación estándar | 241 | 199 | 193 | 270 | 309 | 212 |

3. Resultados y Discusión

3.1. Preselección de APIs

3.1.1. Imágenes de alta calidad

En el periodo de análisis se trabajó con 3642 imágenes del producto MOD09GA de las cuales después de haber aplicado las máscaras antes descritas 267 imágenes presentan más del 80% de píxeles de alta calidad (Grupo A), es decir, imágenes con más del 80% de píxeles que no presentan condiciones de nubes, sombras de nubes, cirrus, aerosoles, nieve y hielo, fuego y píxeles cuyo ángulo cenital del sensor sea mayor a 35°. Mientras que en el grupo B (de 25% a 80% de píxeles de alta calidad) se obtuvieron 267 imágenes.

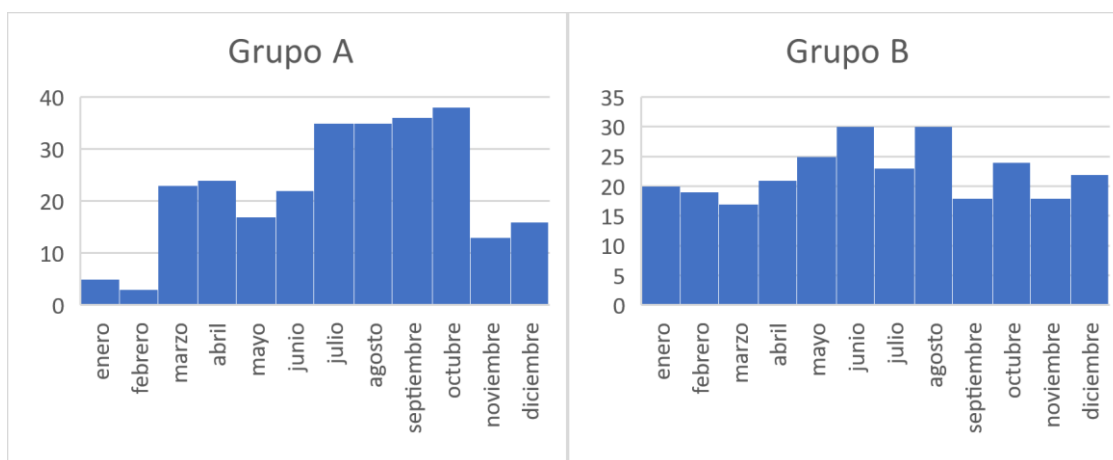


Ilustración 7 Número de imágenes por mes. Izquierda: Grupo A. Derecha: Grupo B

En la Ilustración 7 se observa que en el grupo A la mayoría de imágenes son de los meses entre julio y octubre. Por otro lado, las imágenes obtenidas en el grupo B son principalmente del mes de junio y agosto. De cada grupo de imágenes se obtuvo el número total de píxeles de alta calidad, así como el porcentaje de píxeles válidos (Anexo 1).

3.1.2. Caracterización del patrón espacial de las imágenes: Selección automática en función del análisis de variograma

Una vez obtenidos los grupos de imágenes, estos fueron analizados geo-estadísticamente y así se determinó los parámetros estructurales del variograma de cada imagen. Del grupo A se generó el variograma representativo de cada banda, el cual consiste en un promedio de los parámetros estructurales de todos los variogramas de estas imágenes. Por lo tanto, este variograma es considerado como un modelo del patrón de distribución espacial del área de estudio. De esta manera se considera que una imagen homogénea tiene un mayor rango que una imagen heterogénea. Las diferencias en estos patrones espaciales son principalmente causadas por las condiciones meteorológicas, distorsiones geométricas o errores de procesamiento. Los cambios fenológicos estacionales o el crecimiento urbanístico son estadísticamente menos relevantes y dependen de menor manera de las bandas espectrales (Pesquer et al., 2019). Por estas razones, un incremento o disminución de la heterogeneidad de los patrones espaciales pueden ser causados por píxeles de baja calidad. Así, el análisis comparativo de los variogramas de las imágenes del grupo B con el variograma representativo

identifica estos píxeles para posteriormente descartar estas imágenes y a su vez validar aquellas imágenes que presenten una mayor homogeneidad.

Se realizó una inspección visual de las imágenes del grupo B para determinar el porcentaje de exactitud de la selección automática mediante el variograma representativo de cada banda. Un total de 76 imágenes del grupo B fueron consideradas de alta calidad y 191 de baja calidad mediante la inspección visual. De forma conjunta los parámetros estructurales del variograma (pepita, meseta parcial, rango) de cada banda de las 267 imágenes fue comparado con su correspondiente variograma representativo y se evaluó si el variograma se encuentra dentro del rango de ± 0.75 desviación estándar (Anexo 1). De esta manera se seleccionaron las imágenes dentro de ese umbral como imágenes de alta calidad (válidas) e imágenes de baja calidad (no válidas) a las que estaban fuera del rango establecido. Para determinar la precisión de la clasificación se añadieron imágenes del grupo A consideradas de alta calidad, estas imágenes están marcadas de color rojo en el Anexo 1.

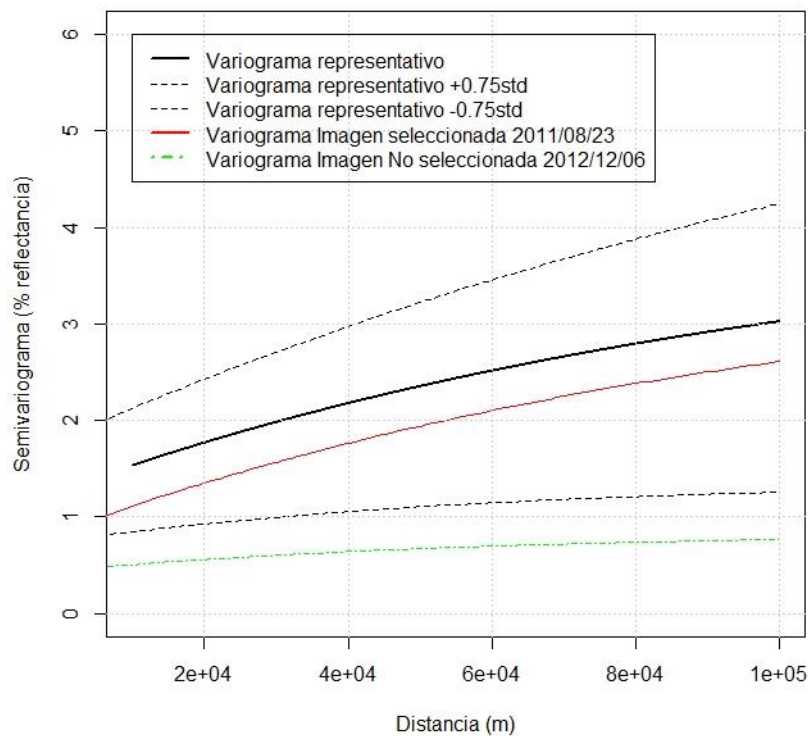


Ilustración 8 Variograma representativo banda 1 ± 0.75 veces la desviación estándar

Las imágenes del grupo A incluidas en la selección automática fueron seleccionadas como válidas por ambos variogramas representativos. Los resultados de la clasificación están resumidos en las matrices de confusión para cada banda (Tabla 4), en los que se definen la Fiabilidad Global (FG), error de omisión (Eo) y error de comisión (Ec). La Fiabilidad Global representa el porcentaje de acierto en la selección de las imágenes válidas y no válidas, es decir, la relación entre las imágenes correctamente clasificadas con respecto al total de imágenes. El error de omisión define el porcentaje de imágenes clasificadas erróneamente como no válidas del total de imágenes seleccionadas. El error de comisión representa el porcentaje de imágenes clasificadas erróneamente como válidas del total de imágenes seleccionadas. La fiabilidad global y el error de comisión son los parámetros que mejor definen la selección automática. Mientras más alto sea la fiabilidad global y más bajo el error de comisión mejor será la clasificación.

Tabla 4 Matriz de confusión

| | | Clasificación | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------------|-----------|--------|---------------|--------|
| | | Válido | No válido | Total | Error Omisión | |
| Banda 1 | Clase real | Válido | 84 | 43 | 127 | 33,86% |
| | | No válido | 39 | 152 | 191 | 20,42% |
| | | Total | 123 | 195 | 318 | |
| | | Error comisión | 31,71% | 22,05% | | |
| | | Fiabilidad Global | 74,21% | | | |
| Banda 3 | Clase real | Válido | 89 | 38 | 127 | 29,92% |
| | | No válido | 25 | 166 | 191 | 13,09% |
| | | Total | 114 | 204 | 318 | |
| | | Error comisión | 21,93% | 18,63% | | |
| | | Fiabilidad Global | 80,19% | | | |

Los resultados demuestran que existe una mejor clasificación con el variograma de la banda 3 ya que presenta una fiabilidad global de 80.19% y un error de comisión de 21.93%. Mientras que con la banda 1 se obtiene una fiabilidad global de 74.21% y un error de comisión de 31.71%. Estos resultados pueden ser debido al rango establecido por la desviación estándar. Ya que se definió que únicamente se seleccione las imágenes que se encuentren dentro de ± 0.75 de la desviación estándar del variograma promedio. De esta manera, únicamente se eligieron las imágenes en las que ambas clasificaciones coincidían como válidas (Tabla 5).

Tabla 5 Imágenes seleccionadas del grupo B

| Imagen | Píxeles Válidos | % Píxeles Válidos | Parámetros variograma Banda 1 | | | Parámetros variograma Banda 3 | | |
|------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|--------|----------|-------------------------------|--------|-------|
| | | | Pepita | Meseta | Rango | Pepita | Meseta | Rango |
| 2009_01_12 | 36282 | 75,37 | 1,37 | 0,93 | 84491,9 | 0,30 | 0,18 | 57303 |
| 2009_02_26 | 36923 | 76,70 | 1,42 | 0,83 | 72722,6 | 0,28 | 0,16 | 57303 |
| 2011_04_05 | 28450 | 59,10 | 0,77 | 1,62 | 63681,0 | 0,20 | 0,46 | 89185 |
| 2013_02_19 | 21892 | 45,48 | 0,85 | 0,90 | 61148,5 | 0,34 | 0,23 | 61947 |
| 2013_07_15 | 34071 | 70,78 | 1,55 | 2,45 | 73469,9 | 0,32 | 0,52 | 71314 |
| 2013_12_16 | 26594 | 55,25 | 1,01 | 0,93 | 146646,8 | 0,21 | 0,19 | 57303 |
| 2014_09_16 | 22824 | 47,41 | 1,04 | 2,28 | 97934,3 | 0,32 | 0,46 | 57303 |
| 2014_12_21 | 36199 | 75,20 | 0,76 | 0,98 | 64994,5 | 0,22 | 0,25 | 57303 |
| 2015_01_01 | 29000 | 60,24 | 1,06 | 0,97 | 128726,1 | 0,24 | 0,19 | 57303 |
| 2015_02_11 | 23286 | 48,37 | 1,03 | 1,42 | 126782,2 | 0,25 | 0,33 | 57303 |
| 2015_02_18 | 31073 | 64,55 | 1,42 | 0,78 | 85178,7 | 0,37 | 0,17 | 57303 |
| 2015_03_11 | 36522 | 75,87 | 1,44 | 1,20 | 63516,1 | 0,35 | 0,26 | 61500 |
| 2015_09_30 | 37575 | 78,06 | 1,19 | 1,63 | 119012,6 | 0,36 | 0,27 | 57303 |
| 2016_07_01 | 24388 | 50,66 | 1,33 | 1,66 | 60106,9 | 0,33 | 0,45 | 60713 |
| 2016_11_03 | 34307 | 71,27 | 0,93 | 1,46 | 72325,7 | 0,27 | 0,23 | 65670 |
| 2016_12_30 | 32301 | 67,10 | 1,36 | 2,09 | 68346,7 | 0,29 | 0,44 | 72871 |
| 2017_01_06 | 37403 | 77,70 | 1,65 | 1,78 | 61020,8 | 0,35 | 0,39 | 57303 |
| 2017_02_26 | 22796 | 47,36 | 1,03 | 2,55 | 104660,6 | 0,31 | 0,29 | 85680 |
| 2017_07_06 | 31324 | 65,07 | 1,29 | 2,39 | 104708,7 | 0,28 | 0,53 | 95604 |
| 2017_11_20 | 21431 | 44,52 | 1,31 | 0,95 | 59895,8 | 0,30 | 0,16 | 57303 |
| 2018_05_26 | 31341 | 65,11 | 0,83 | 0,90 | 61148,5 | 0,24 | 0,30 | 57303 |
| 2018_12_27 | 30004 | 62,33 | 1,44 | 1,40 | 68906,0 | 0,30 | 0,23 | 60823 |

En la Ilustración 9 se muestran ejemplos de la selección de las imágenes, se presenta un ejemplo (A) de una imagen del grupo A (mayor al 80% de píxeles válidos). Además, se observan dos imágenes del grupo B (al menos 25% de píxeles válidos), una presenta un patrón espacial homogéneo por lo que es seleccionada como válida (B). Mientras que la otra es descartada (C) mediante la selección automática ya que muestra un patrón espacial heterogéneo (píxeles válidos dispersos). La última imagen (D) es descartada anteriormente ya que no cumple el 25% de píxeles válidos.

Las imágenes seleccionadas válidas del grupo B conjuntamente con las imágenes del grupo A se utilizaron para la selección de los píxeles pseudo invariantes. Es decir, se utilizaron un total de 289 imágenes MOD09GA del periodo entre 2009 al 2018 para la obtención de áreas pseudo invariantes en la zona de estudio.

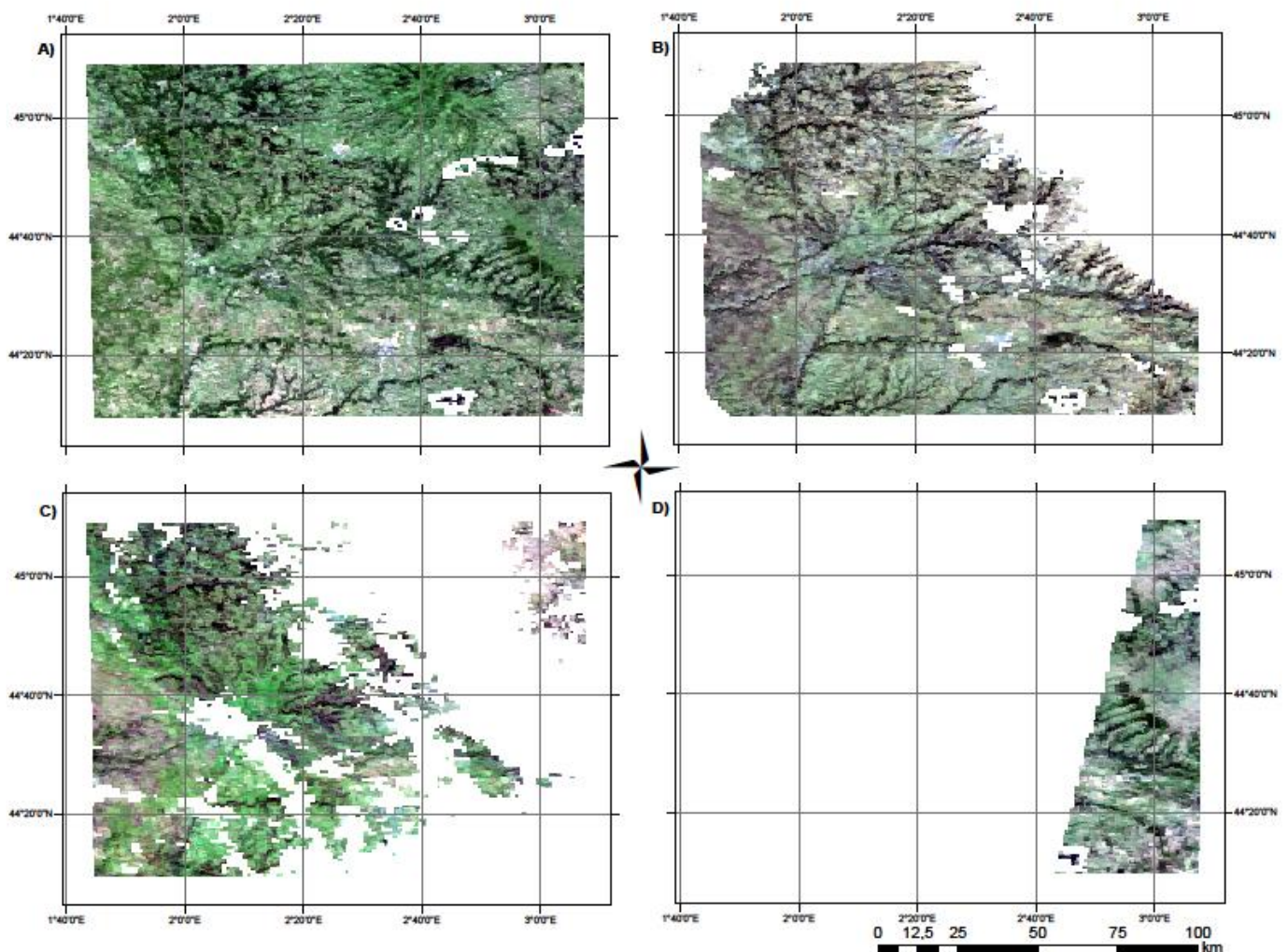


Ilustración 9 Selección de las imágenes MODIS (MOD09GA). A) Imagen del 16 de julio del 2014, Grupo A: 98,39% de píxeles válidos. B) Imagen del 12 de enero de 2009, Grupo B: 75,37% de píxeles válidos (Imagen Válida). C) Imagen del 14 de marzo del 2018, Grupo B: 50,29% de píxeles válidos (Imagen No Válida). D) Imagen del 7 de septiembre de 2012, 18,99% de píxeles válidos (Imagen No seleccionada)

De la aplicación de estos dos criterios se descartaron 2819 imágenes (92%) de las 3642 imágenes del periodo total de análisis. En el primer criterio se seleccionaron 534 imágenes, 267 del grupo A y 267 del grupo B. De las 267 imágenes del grupo B únicamente se seleccionaron 22 imágenes

que cumplieran el segundo criterio. De esta manera, para la selección de los APIs se utilizaron 289 imágenes, 267 del grupo A y 22 del grupo B, las cuales representan un 8% del total de las imágenes del periodo total de análisis (Ilustración 10)

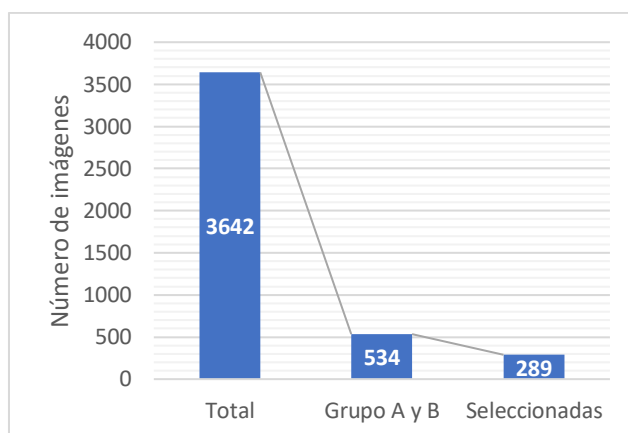


Ilustración 10 Reducción del número de imágenes mediante los criterios de preselección de los APIs

3.1.3. Identificación y corrección de los efectos de iluminación

Una vez seleccionadas todas las imágenes a utilizar se identificaron aquellos píxeles que reciben poca o nula irradiación solar directa para ser descartados a la hora de seleccionar los píxeles pseudoinvariantes. El promedio de píxeles descartados es mayor para el mes de diciembre fue 14798 (30,74%), seguido por enero con 9777 (20,31%), noviembre con 2707 (5,62%), febrero con 579 (1,20%), octubre con 413 (0,86%), marzo con 28 (0,06%) y septiembre con 6 (0,01%). En los meses de abril a agosto no se descartó ningún píxel (Ilustración 11).

Ya que el ángulo de incidencia solar depende de la pendiente del terreno, la orientación y de los ángulos de cenital y azimutal del sol, su valor se ve influenciado por la posición del sol en el momento de la adquisición. Es por eso que en los meses de invierno existe mayor cantidad de píxeles descartados debido a la baja elevación solar en estas latitudes. Mientras que en verano se observa el efecto contrario.

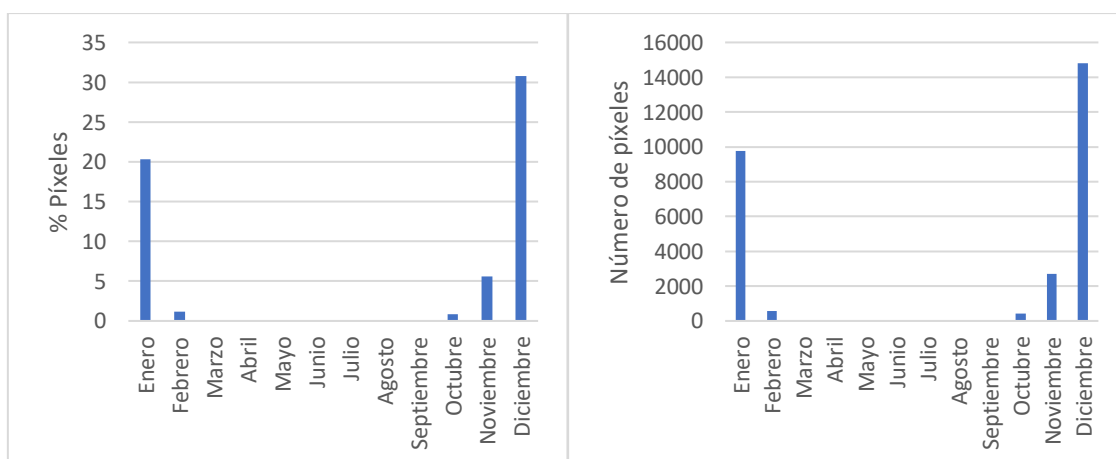


Ilustración 11 Porcentaje de píxeles descartados por el ángulo de incidencia solar en cada mes

3.2. Áreas Pseudoinvariantes

Con las 289 imágenes MOD09GA seleccionadas, usando únicamente los píxeles definidos como de alta calidad, se obtuvo una imagen promedio y de desviación estándar. De estas imágenes se seleccionaron 62 APIs de 500 m x 500 m considerados invariantes, ya que no superaron los umbrales máximos de desviación estándar de cada banda. Cada API contiene la información de los valores de reflectividad media en cada banda y la desviación estándar obtenida para todo el periodo de análisis (Anexo 2). La

Tabla 6 presenta el número de los APIs encontrados en el área de estudio, la extensión total de las APIs y un resumen estadístico de los valores de reflectividad y su desviación estándar para cada banda.

Tabla 6 Resumen estadístico de los APIs obtenidos en el área de estudio.

| | | | | | | | |
|---|---------------|-------------|--------------|-------------|------------|---------------|--------------|
| Extensión área de estudio (km2) | | 12111 | | | | | |
| Número de APIs | | 62 | | | | | |
| Extensión APIs (km2) | | 15,5 | | | | | |
| | | Azul | Verde | Rojo | NIR | SWIR 1 | SWIR2 |
| Reflectividad MODIS (10⁴) | Mínimo | 115,25 | 277,86 | 196,81 | 308,72 | 281,48 | 129,99 |
| | Máximo | 380 | 748 | 852 | 4447 | 3383 | 1666 |
| | Media | 233,37 | 493,435 | 427,56 | 2518,55 | 1746,06 | 809,8 |
| Desviación estándar | Mínimo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Máximo | 99,66 | 116,82 | 127,14 | 264,72 | 288,37 | 188,44 |
| | Media | 18,02 | 24,99 | 31,76 | 78,57 | 61,02 | 45,85 |
| | Umbral | | | | | | |
| | Máximo | 241 | 199 | 193 | 270 | 309 | 212 |

Los valores obtenidos de desviación estándar de cada banda permiten distinguir que las cubiertas presentan una mayor variabilidad a lo largo de los 10 años de análisis en la región del infrarrojo del espectro electromagnético (NIR, SWIR1 y SWIR2). La Ilustración 12 presenta el promedio de la desviación estándar para cada banda de todos los APIs seleccionados, se observa que las bandas 2, 6 y 7 son las que tienen una mayor variabilidad en todas las cubiertas de las APIs seleccionadas. Esto es debido a que los valores de reflectividad en estas bandas es muy inestable en cada año debido a los cambios generados en las distintas cubiertas en cada estación.

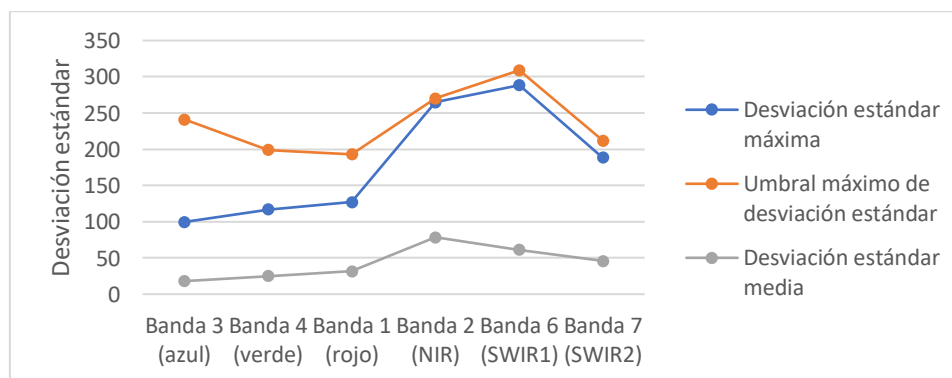


Ilustración 12 Desviación estándar media y máxima de cada banda y umbral máximo para cada banda

A través de los valores de reflectividad obtenido para cada API es posible determinar su comportamiento espectral y así definir su tipo de cubierta. Cada cubierta presenta una firma espectral distinta. Por lo tanto, se agruparon aquellos APIs que presentan valores de reflectividad similares en cada banda y mediante el mapa de uso de suelo (CORINE Land Cover) generado por la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA) se identificó las cubiertas en las que se encuentran cada API mediante una intersección de los valores de cada API con la información del mapa de uso de suelo. La

Ilustración 13 presenta los distintos API agrupados por tipo de cubierta en la que se encuentra. Se observan 8 tipos de cubiertas, de los cuales 18 APIs (29%) fueron definidos como cultivos con presencia de vegetación natural, 14 APIs (22,6%) son masas de agua, 13 APIs (21%) son bosques de coníferas, 6 APIs (9,6%) son cultivos permanentes, 4 APIs (6,5%) se encuentran en zonas regadas permanentemente, 4 APIs (6,5%) están en espacios abiertos con poca vegetación, 2 APIs (3,2%) son zonas agro-forestales y 1 API (1,6%) está dentro de un bosque mixto.

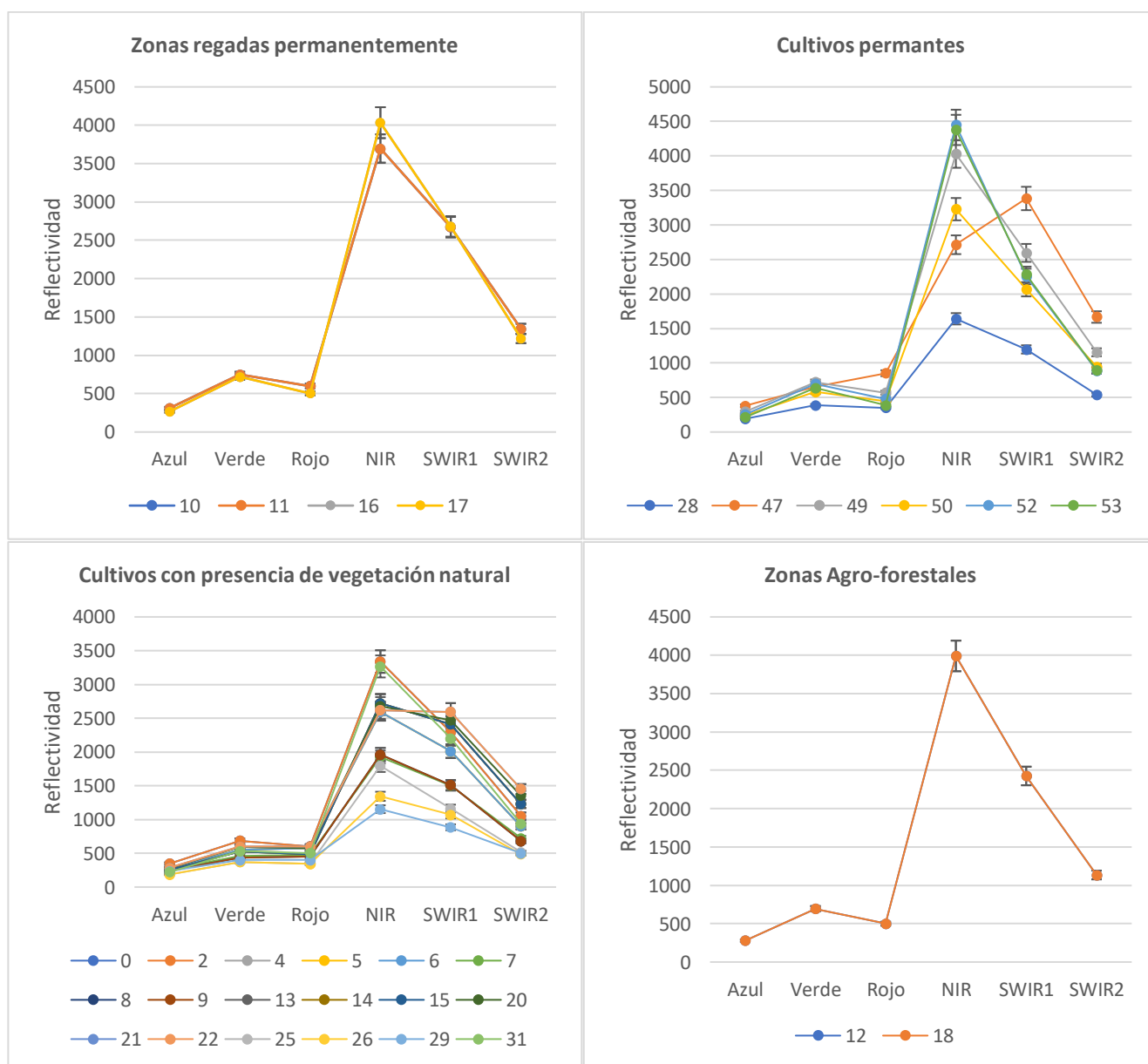


Ilustración 13 Firmas espectrales de cada API clasificado por su tipo de cubierta

La mayoría de las firmas espectrales de cada API presenta una coherencia con el tipo de cubierta en la que fue clasificado, a excepción del API 52 (cultivo permanente) y el API 58 (masa de agua), que no presentan comportamientos similares a los APIs de cultivos permanentes y de masas de agua respectivamente. Además, se observa que varios APIs presentan valores similares de reflectividad en cada banda y al ser píxeles contiguos pueden ser agrupados en APIs de mayor extensión.

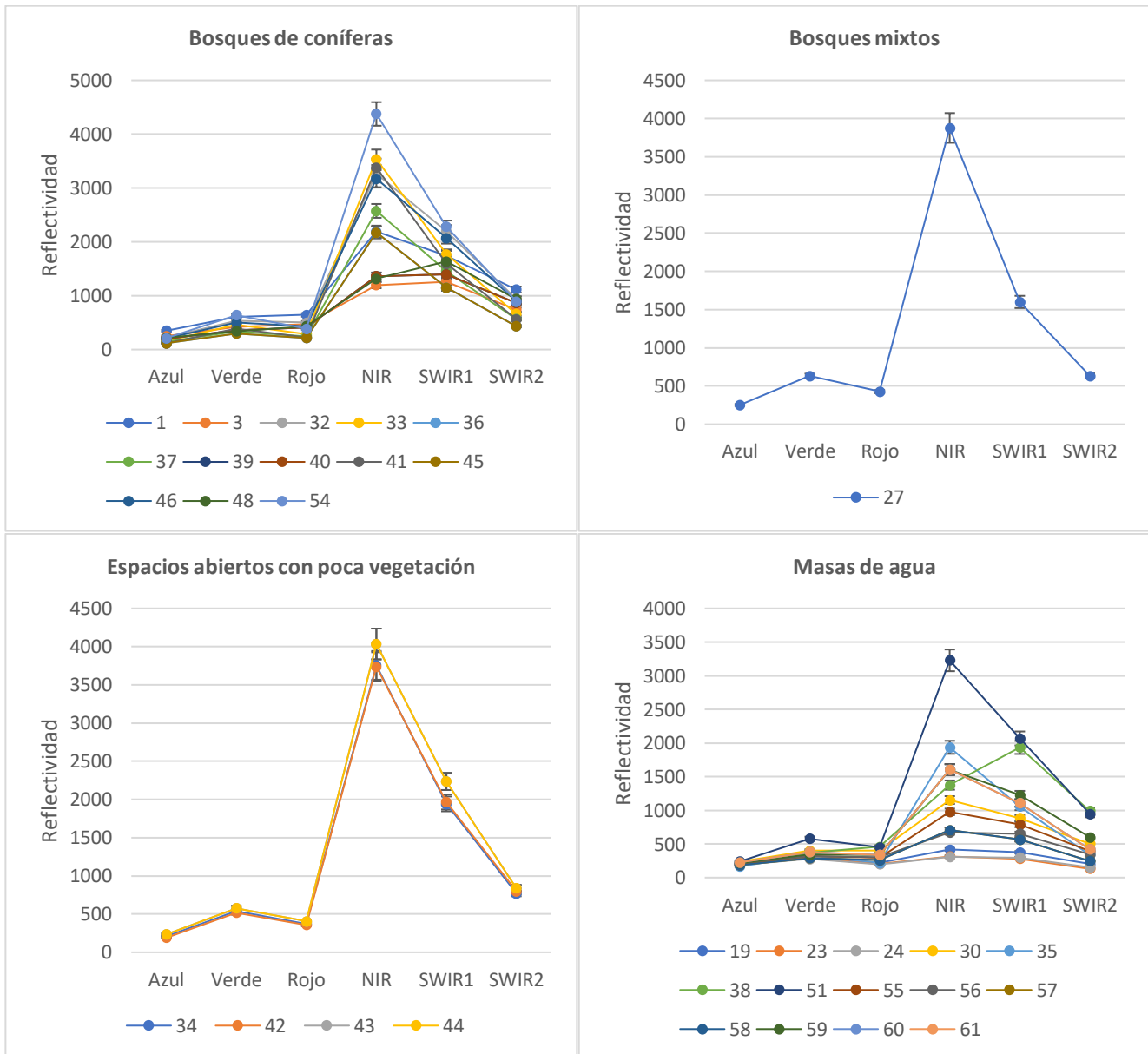


Ilustración 13 Continuación

Para la elaboración de la base de datos se generó una capa vectorial de polígonos en la que se agruparon aquellos APIs adyacentes con valores de reflectividad similares. Cada polígono almacena los valores de reflectividad media de cada banda espectral, los valores de desviación estándar obtenidos en el periodo de análisis y el tipo de cubierta coincidente con el mapa de uso de suelo CORINE. En la Ilustración 14 se observa la ubicación de algunos APIs dentro del área de estudio, se utilizó una imagen Sentinel-2 para verificar los tipos de cobertura de cada API.

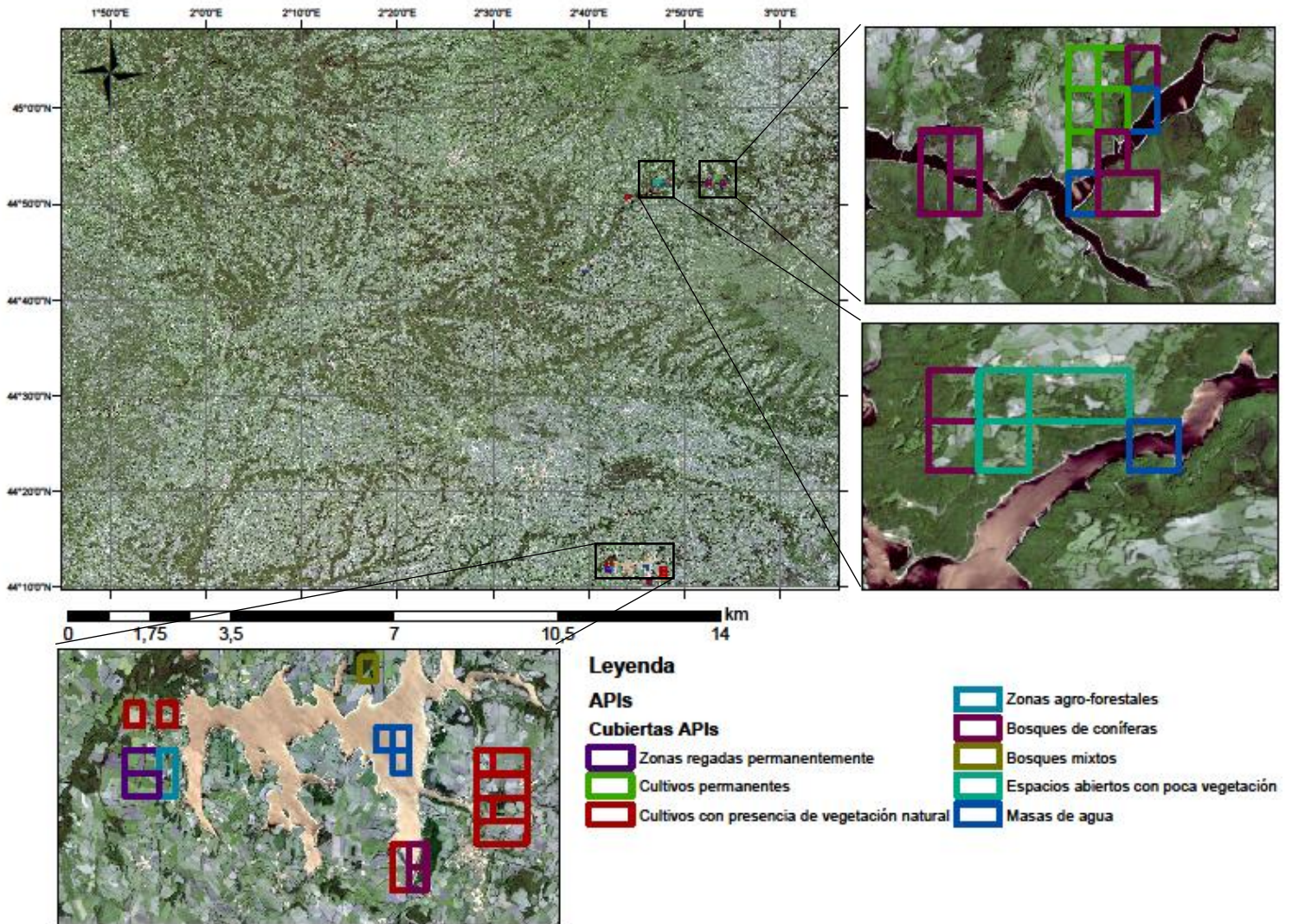


Ilustración 14 Ubicación de los APIs con su tipo de cubierta vegetal

3.3. Discusión

En la preselección de los APIs se observó que el número de imágenes seleccionadas como válidas es mayor comparado con estudios como el de Pesquer et al. (2015) y Pons et al. (2014). Esto pudo deberse a que el área de estudio en este trabajo se encuentra fuera de áreas costeras, las cuales pueden producir una mayor cantidad de píxeles de baja calidad producto de efectos de cirrus que genera el mar. De igual forma, la orografía, el tipo de cubierta y la presencia recurrente de nubes en la zona de análisis varía el número de píxeles de alta calidad identificados dentro del área de estudio.

Por otro lado, en la selección automática de imágenes mediante la caracterización del patrón espacial del área de estudio. Los resultados de Fiabilidad Global de la selección de las imágenes del grupo B mediante la comparación con los variogramas representativos de la banda 1 y 3 (74.21% y 20.19% respectivamente) es más bajo comparado con los resultados obtenidos en el estudio realizado por Pesquer et al. (2019) (92.26% y 91.55%). Esto pudo haber sido debido al rango de desviación estándar utilizado (± 0.75 desviación estándar) en la selección automática comparado con el utilizado por Pesquer (± 2.75 desviación estándar).

Los resultados muestran 50 polígonos de las 62 APIs obtenidas, este número bajo de polígonos puede ser debido a que en el periodo de análisis existió una cubierta de nubes recurrente en la mayor parte de la zona de estudio y los tipos de cubiertas estacionalmente variable presentes como por ejemplo vegetación caducifolia o cultivos de temporada. Debido a que las APIs van a ser usadas como valores de referencia para modelos simplificados de corrección atmosférica de otros sensores, este número de polígonos puede ser suficiente para el área de estudio, pero de no ser así, es posible definir unos umbrales poco más altos de desviación estándar generando APIs de mayor variabilidad pero que cubran mayor cantidad de cubiertas (Pesquer et al., 2015).

4. Conclusiones

La metodología presentada en este trabajo demostró ser útil para la obtención de APIs en una zona del sur-oeste de Francia, la cual presenta distintos tipos de cubiertas, relieves y valores de reflectividad. Los tres criterios de preselección de APIs descartaron el 92% de imágenes del periodo total de análisis. De este porcentaje el primer criterio excluyó 3018 imágenes que presentaban menos del 25% de píxeles válidos debido a las malas condiciones de las imágenes en el momento de adquisición. Por otro lado, el segundo criterio seleccionó 22 imágenes del grupo B que, al ser comparados con el patrón espacial representativo, generado a partir de los variogramas de las bandas 1 y 3, se encontraban dentro del rango de desviación estándar establecido para ambas bandas. Mientras que el último criterio excluyó píxeles de las 289 imágenes seleccionadas en los criterios anteriores que no reciben radiancia solar directa constante durante todo el periodo de análisis. Es decir, aquellos píxeles que se ven afectados por la variación del ángulo de incidencia solar, generalmente los píxeles que reciben poca o nula irradiancia solar directa en la estación invernal.

El conjunto de APIs conseguidos son de distintos tipos de cubiertas según CORINE, de los cuales el mayor porcentaje (29%) se encuentra dentro del tipo de cultivos con presencia de vegetación natural, seguido por masas de agua (22,6%) y por los bosques de coníferas (21%). Mientras que el tipo de cubierta con menor porcentaje de APIs fue la de bosques mixtos (1,6%). Las APIs obtenidas presentan valores de reflectividad de distintas cubiertas, valores bajos para masas de agua y poco más alto para cubiertas vegetales y zonas de cultivos, lo que resulta ser beneficioso a la hora de la normalización de series de imágenes o en correcciones radiométricas ya que si solo se obtuvieran valores bajos de reflectividad, el modelo ajustado no sería confiable en una zona que presente un rango amplio de reflectividades.

Cabe recalcar que la metodología presentada realiza el procesamiento y análisis geoestadístico de una amplia serie temporal (3642 imágenes), de tal manera que el coste computacional exigido es grande. El uso de la plataforma de GEE permitió la realización del primer y tercer criterio, así como la selección de los APIs dentro de los servidores de dicha plataforma, lo cual disminuyó de cierta manera el tiempo de procesamiento requerido. Por otro lado, el enfoque geoestadístico del segundo criterio llevado a cabo dentro de la plataforma R-Studio fue más costoso debido al análisis realizado para la obtención del variograma de cada imagen, ya que dicho análisis se basa en la medición de la variabilidad de un píxel con todos los píxeles dentro de la imagen. Por lo tanto, estos procesos automatizados han hecho que la presente metodología sea viable para la obtención de un banco de datos de APIs del continente europeo siempre y cuando se trabaje en zonas pequeñas iterativamente.

5. Bibliografía

- Audicana, M. (2018). *Tema 4. Correcciones radiométricas*.
- Chavez, P. (1975). Atmospheric, solar, and MTF corrections for ERTS digital imagery. *Proceedings for the American Society of Photogrammetry*, 69. Phoenix, AZ.
- Chavez, P. A. T. S. (1988). *An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data* *. 479, 459–479.
- Claverie, M., Masek, J. G., & Dungan, J. L. (2017). *Harmonized Landsat-8 Sentinel-2 (HLS) Product User's Guide Web site : Authors : 2, 1–17*.
- Feng, M., Sexton, J. O., Huang, C., Masek, J. G., Vermote, E. F., Gao, F., ... Townshend, J. R. (2013). Global surface reflectance products from Landsat: Assessment using coincident MODIS observations. *Remote Sensing of Environment*, 134, 276–293. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.02.031>
- Gomarasca, M. A. (2009). Basics of geomatics. In *Basics of Geomatics*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9014-1>
- Hadjimitsis, D. G., Clayton, C. R. I., & Retalis, A. (2009). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation The use of selected pseudo-invariant targets for the application of atmospheric correction in multi-temporal studies using satellite remotely sensed imagery*. 11, 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2009.01.005>
- Hall, F. G. (1991). *Radiometric Rectification : Toward a Common Radiometric Response Among Multidate , Multisensor Images*. 27, 11–27.
- Jarvis, A., Reuter, H., Nelson, A., & Guevara, E. (2008). *Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database*.
- Mas, J.-F. (2011). *Aplicaciones del sensor MODIS para el monitoreo del territorio* (Primera; S. del M. A. y R. Naturales, ed.). México.
- ORNL DAAC. (2017). *MODIS Collection 6 Land Products Global Subsetting and Visualization Tool*. Oak Ridge, Tennessee, USA.
- Padró, J.-C., Pons, X., Aragonés, D., Díaz-Delgado, R., García, D., Bustamante, J., ... González-Guerrero, Ò. (2017). *Uso de áreas pseudoinvariantes (PIA) para la corrección radiométrica, automática y coherente, de captaciones simultáneas Landsat-8 y Sentinel-2A*. Retrieved from <http://oas.gsfc.nasa.gov/floodmap/Europe.htm>
- Padró, J. C., Pons, X., Aragonés, D., Díaz-Delgado, R., García, D., Bustamante, J., ... Lange, M. (2017). Radiometric correction of simultaneously acquired Landsat-7/Landsat-8 and Sentinel-2A imagery using Pseudoinvariant Areas (PIA): Contributing to the Landsat time series legacy. *Remote Sensing*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/rs9121319>
- Pesquer, L., Domingo-Marimon, C., & Pons, X. (2019). Spatial and spectral pattern identification for the automatic selection of high-quality MODIS images. *Journal of Applied Remote Sensing*, 13(01), 1. <https://doi.org/10.1117/1.jrs.13.014510>
- Pesquer, L., Domingo, C., & Pons, X. (2013). A geostatistical approach for selecting the highest quality MODIS daily images. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 7887 LNCS, 608–615. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38628-2_72
- Pesquer, L., González, O., Domingo, C., Cristóbal, J., & Pons, X. (2015). *Generación de un banco*

de áreas de reflectividad pseudoinvariante para la Península Ibérica mediante imágenes MODIS. (1), 493–496. Retrieved from <http://ocs.ebd.csic.es/index.php/AET/2015/schedConf/presentations>

- Pons, X., Pesquer, L., Cristóbal, J., & González-Guerrero, O. (2014). Automatic and improved radiometric correction of landsat imagery using reference values from MODIS surface reflectance images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 33(1), 243–254. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.06.002>
- Saunier, S., Northrop, A., Lavender, S., Galli, L., Ferrara, R., Mica, S., ... Meloni, M. (2017). European Space Agency (ESA) Landsat MSS/TM/ETM+/OLI Archive: 42 Years of our history. In *Proceedings of the IEEE 9th International Workshop on the Analysis of Multitemporal Remote Sensing Images (MultiTemp)*. Belgium.
- Vermote, E. F., Roger, J. C., & Ray, J. P. (2015). *MODIS Surface Reflectance User's Guide Correspondence*. 1–35. Retrieved from <http://modis-sr.ltdri.org>

6. Anexos

Anexo 1. Características y parámetros del variograma de los grupos de imágenes A y B.

| Grupo A | | | | | | | | | Grupo B | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|--------|----------|-------------------------------|--------|----------|------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|--------|----------|-------------------------------|--------|--------|---|------------|------------|
| Imagen | Píxeles Validos | % Píxeles Validos | Parámetros variograma Banda 1 | | | Parámetros variograma Banda 3 | | | Imagen | Píxeles Validos | % Píxeles Validos | Parámetros variograma Banda 1 | | | Parámetros variograma Banda 3 | | | Selección de imágenes validas del grupo B | | |
| | | | pepita | meseta | rango | pepita | meseta | rango | | | | pepita | meseta | rango | pepita | meseta | rango | pepita | meseta | rango |
| 2009_02_20 | 38984 | 81,0 | 1,18 | 1,62 | 112954,6 | 0,25 | 0,38 | 102812,5 | 2009_01_03 | 28040 | 58,25 | 1,38 | 0,38 | 58210,2 | 0,30 | 0,11 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_03_17 | 43219 | 89,8 | 0,77 | 3,61 | 188072,2 | 0,19 | 0,47 | 92838,5 | 2009_01_12 | 36282 | 75,37 | 1,37 | 0,93 | 84491,9 | 0,30 | 0,18 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2009_03_21 | 42613 | 88,5 | 0,97 | 2,55 | 97686,4 | 0,22 | 0,46 | 81037,4 | 2009_01_25 | 16077 | 33,40 | 0,90 | 0,82 | 57302,5 | 0,27 | 0,32 | 74859 | Validas | No Validas | Validas |
| 2009_05_06 | 40341 | 83,8 | 1,00 | 2,47 | 185367,5 | 0,40 | 0,90 | 125012,5 | 2009_01_30 | 28910 | 60,06 | 1,40 | 0,40 | 76607,3 | 0,30 | 0,22 | 57303 | Validas | No Validas | Validas |
| 2009_05_29 | 47269 | 98,2 | 1,17 | 1,29 | 61781,8 | 0,28 | 0,25 | 60411,0 | 2009_02_04 | 18523 | 38,48 | 1,00 | 1,18 | 157204,9 | 0,21 | 0,38 | 86057 | Validas | No Validas | Validas |
| 2009_06_12 | 44970 | 93,4 | 0,99 | 1,19 | 76750,0 | 0,30 | 0,39 | 57302,5 | 2009_02_26 | 36923 | 76,70 | 1,42 | 0,83 | 72722,6 | 0,28 | 0,16 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2009_06_23 | 43661 | 90,7 | 1,39 | 1,83 | 72686,0 | 0,37 | 0,51 | 82110,8 | 2009_03_12 | 27770 | 57,69 | 1,07 | 0,78 | 64785,6 | 0,25 | 0,17 | 57303 | No Validas | Validas | Validas |
| 2009_06_30 | 42583 | 88,5 | 1,61 | 1,70 | 70213,4 | 0,40 | 0,41 | 63040,9 | 2009_03_19 | 38407 | 79,79 | 0,73 | 5,01 | 268271,7 | 0,19 | 0,51 | 89013 | Validas | No Validas | Validas |
| 2009_07_11 | 44826 | 93,1 | 1,83 | 12,72 | 204396,3 | 0,35 | 1,46 | 88069,5 | 2009_03_30 | 14027 | 29,14 | 0,72 | 4,12 | 137632,2 | 0,05 | 9,76 | 601058 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_07_16 | 47262 | 98,2 | 1,90 | 9,80 | 240352,9 | 0,30 | 1,23 | 143322,8 | 2009_04_06 | 14192 | 29,48 | 0,82 | 1,96 | 132786,2 | 0,18 | 0,26 | 75556 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2009_07_20 | 46967 | 97,6 | 1,72 | 8,04 | 165216,1 | 0,30 | 1,44 | 163816,3 | 2009_04_09 | 24305 | 50,49 | 0,74 | 0,82 | 68840,5 | 0,26 | 1,41 | 196881 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_08_05 | 41206 | 85,6 | 2,74 | 8,14 | 141785,8 | 0,57 | 1,00 | 80378,0 | 2009_05_11 | 26558 | 55,17 | 0,48 | 1,09 | 131222,3 | 0,15 | 0,40 | 79579 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_08_12 | 43112 | 89,6 | 1,87 | 10,41 | 232655,7 | 0,61 | 0,81 | 73168,5 | 2009_05_22 | 20826 | 43,26 | 0,50 | 2,30 | 119504,7 | 0,17 | 0,57 | 61683 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_08_15 | 47025 | 97,7 | 0,70 | 5,08 | 102544,8 | 0,14 | 1,01 | 125439,0 | 2009_05_24 | 38193 | 79,34 | 1,34 | 0,63 | 57695,4 | 0,35 | 0,12 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_08_31 | 46765 | 97,1 | 0,66 | 6,40 | 133532,2 | 0,14 | 1,53 | 202275,7 | 2009_06_28 | 15510 | 32,22 | 1,38 | 1,63 | 160237,0 | 0,65 | 0,07 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_09_06 | 46754 | 97,1 | 0,59 | 12,67 | 202371,3 | 0,14 | 1,82 | 169575,8 | 2009_07_23 | 27188 | 56,48 | 2,08 | 3,15 | 69575,4 | 0,50 | 0,69 | 62281 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_09_25 | 45697 | 94,9 | 0,89 | 4,34 | 126694,1 | 0,17 | 0,63 | 91583,0 | 2009_07_25 | 18681 | 38,81 | 5,45 | 3,75 | 60061,0 | 2,90 | 1,05 | 56163 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_09_29 | 46755 | 97,1 | 1,41 | 3,71 | 90536,0 | 0,26 | 0,56 | 69768,2 | 2009_07_30 | 29761 | 61,83 | 1,19 | 18,95 | 378484,9 | 0,28 | 1,49 | 88069 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_10_04 | 46810 | 97,2 | 1,41 | 2,85 | 78084,3 | 0,30 | 0,48 | 71719,4 | 2009_08_01 | 37979 | 78,90 | 3,29 | 4,65 | 77214,7 | 0,57 | 0,84 | 65187 | No Validas | No Validas | No Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|-------|----------|------|------|----------|------------|-------|-------|------|-------|----------|------|------|--------|------------|------------|------------|
| 2009_10_15 | 46074 | 95,7 | 1,27 | 1,47 | 61536,3 | 0,26 | 0,27 | 61452,9 | 2009_08_19 | 19820 | 41,17 | 0,47 | 12,73 | 137330,8 | 0,13 | 2,29 | 152549 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_10_18 | 40964 | 85,1 | 1,38 | 1,56 | 73312,2 | 0,31 | 0,94 | 135891,1 | 2009_08_26 | 26427 | 54,90 | 1,21 | 4,38 | 88824,0 | 0,36 | 0,70 | 65862 | No Validas | Validas | Validas |
| 2009_10_27 | 39292 | 81,6 | 0,87 | 0,18 | 57392,2 | 0,20 | 0,07 | 57302,5 | 2009_09_09 | 32522 | 67,56 | 0,57 | 7,92 | 141872,2 | 0,16 | 1,58 | 175557 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2009_12_11 | 40890 | 84,9 | 1,04 | 1,57 | 93944,8 | 0,26 | 0,31 | 57302,5 | 2009_10_11 | 14110 | 29,31 | 1,69 | 4,78 | 185049,2 | 1,03 | 1,17 | 60110 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_03_06 | 41940 | 87,1 | 0,88 | 1,22 | 66046,4 | 0,24 | 0,37 | 78705,6 | 2009_10_13 | 31157 | 64,73 | 1,72 | 0,66 | 57327,1 | 0,58 | 0,21 | 58106 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_03_17 | 41394 | 86,0 | 1,04 | 0,82 | 63002,3 | 0,23 | 0,16 | 57302,5 | 2009_10_29 | 34984 | 72,68 | 0,84 | 0,47 | 56992,7 | 0,23 | 0,15 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_04_18 | 44510 | 92,5 | 0,86 | 1,12 | 63623,0 | 0,19 | 0,24 | 75872,6 | 2009_11_21 | 29547 | 61,38 | 0,83 | 2,70 | 239468,6 | 0,14 | 0,70 | 110109 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_04_21 | 41895 | 87,0 | 0,89 | 0,81 | 61148,5 | 0,33 | 0,32 | 57302,5 | 2009_12_30 | 15038 | 31,24 | 1,46 | 0,49 | 57151,3 | 0,91 | 0,12 | 57323 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_04_28 | 46651 | 96,9 | 0,71 | 0,45 | 91925,3 | 0,16 | 0,09 | 57302,5 | 2010_01_22 | 35894 | 74,57 | 0,76 | 0,31 | 58668,5 | 0,21 | 0,09 | 57303 | Validas | Validas | No Validas |
| 2010_05_20 | 44230 | 91,9 | 1,16 | 0,50 | 57302,5 | 0,34 | 0,27 | 57302,5 | 2010_01_26 | 29663 | 61,62 | 0,71 | 0,32 | 56829,5 | 0,19 | 0,10 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_06_03 | 43551 | 90,5 | 1,29 | 0,85 | 58904,9 | 0,40 | 0,26 | 57302,5 | 2010_04_02 | 18873 | 39,21 | 1,16 | 1,54 | 57391,4 | 0,57 | 0,94 | 58093 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_06_24 | 46983 | 97,6 | 1,00 | 1,41 | 70765,5 | 0,25 | 0,26 | 61767,7 | 2010_04_05 | 36324 | 75,46 | 1,21 | 1,28 | 61857,6 | 0,63 | 0,33 | 56319 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2010_07_07 | 47156 | 98,0 | 1,65 | 3,78 | 77651,6 | 0,30 | 0,52 | 71847,9 | 2010_04_12 | 17277 | 35,89 | 0,69 | 0,48 | 54682,1 | 0,23 | 0,18 | 65073 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2010_07_19 | 47225 | 98,1 | 2,28 | 4,23 | 76757,0 | 0,30 | 0,58 | 66978,2 | 2010_05_18 | 21166 | 43,97 | 1,58 | 0,24 | 57376,6 | 0,84 | 0,28 | 64363 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_08_29 | 45049 | 93,6 | 2,12 | 9,99 | 134969,5 | 0,48 | 2,20 | 159890,2 | 2010_05_23 | 36301 | 75,41 | 1,72 | 0,91 | 75885,6 | 0,86 | 0,48 | 61148 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2010_08_31 | 46345 | 96,3 | 2,12 | 18,03 | 217755,1 | 0,36 | 3,03 | 182994,5 | 2010_05_25 | 22437 | 46,61 | 1,25 | 0,54 | 57302,5 | 0,32 | 0,11 | 58121 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_09_03 | 42608 | 88,5 | 1,80 | 8,77 | 156828,7 | 0,39 | 1,45 | 119293,3 | 2010_06_05 | 13156 | 27,33 | 5,42 | 0,86 | 57273,3 | 3,87 | 0,48 | 56773 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_09_05 | 47138 | 97,9 | 2,18 | 9,72 | 153247,4 | 0,35 | 1,54 | 134694,0 | 2010_06_12 | 14314 | 29,74 | 4,39 | 3,80 | 89691,4 | 3,30 | 2,28 | 100489 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_09_19 | 46936 | 97,5 | 0,96 | 3,38 | 93951,3 | 0,17 | 0,50 | 73139,4 | 2010_06_26 | 29195 | 60,65 | 2,46 | 1,57 | 61050,2 | 1,15 | 0,52 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_10_07 | 47197 | 98,0 | 0,81 | 1,60 | 67842,9 | 0,18 | 0,31 | 69874,7 | 2010_07_01 | 15442 | 32,08 | 1,71 | 1,47 | 62884,6 | 1,07 | 0,53 | 61148 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2010_10_27 | 44065 | 91,5 | 0,92 | 1,22 | 101765,7 | 0,24 | 0,43 | 97149,2 | 2010_08_08 | 37128 | 77,13 | 2,02 | 7,12 | 111044,6 | 0,70 | 1,43 | 78988 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_12_10 | 41889 | 87,0 | 0,74 | 1,11 | 88830,4 | 0,17 | 0,37 | 94530,3 | 2010_08_18 | 12443 | 25,85 | 2,67 | 2,28 | 53188,1 | 0,60 | 0,54 | 51696 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2010_12_14 | 44150 | 91,7 | 1,12 | 0,85 | 62539,8 | 0,25 | 0,20 | 57302,5 | 2010_08_22 | 37081 | 77,03 | 2,61 | 4,65 | 72040,2 | 0,45 | 0,77 | 63044 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_02_07 | 45869 | 95,3 | 1,38 | 1,52 | 79862,7 | 0,29 | 0,29 | 75336,4 | 2010_08_27 | 14955 | 31,07 | 5,06 | 1,93 | 55799,9 | 2,03 | 0,24 | 57263 | No Validas | No Validas | No Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|-------|----------|------|------|----------|------------|-------|-------|------|------|----------|------|------|--------|------------|------------|------------|
| 2011_03_09 | 46335 | 96,3 | 0,99 | 1,39 | 68782,5 | 0,22 | 0,22 | 67616,6 | 2010_09_12 | 25273 | 52,50 | 1,44 | 6,08 | 184706,0 | 0,48 | 0,96 | 68991 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_03_11 | 46480 | 96,6 | 1,03 | 1,79 | 77733,5 | 0,24 | 0,32 | 86069,2 | 2010_09_14 | 34996 | 72,70 | 2,36 | 2,34 | 69572,0 | 0,44 | 0,44 | 68300 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_03_23 | 46866 | 97,4 | 0,68 | 1,51 | 68021,4 | 0,16 | 0,26 | 71800,0 | 2010_10_02 | 16794 | 34,89 | 1,94 | 1,04 | 64593,0 | 0,52 | 0,41 | 58268 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_03_25 | 41361 | 85,9 | 1,09 | 1,15 | 61758,3 | 0,31 | 0,18 | 60070,2 | 2010_10_05 | 27922 | 58,01 | 1,50 | 0,78 | 56988,1 | 0,54 | 0,33 | 59378 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_04_08 | 47239 | 98,1 | 0,59 | 0,57 | 66778,8 | 0,12 | 0,10 | 57302,5 | 2010_10_14 | 14915 | 30,98 | 0,32 | 4,79 | 161990,0 | 0,11 | 2,80 | 375413 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_04_15 | 46302 | 96,2 | 0,50 | 0,42 | 83458,3 | 0,13 | 0,08 | 71067,0 | 2010_10_21 | 17304 | 35,95 | 1,06 | 0,35 | 61148,5 | 0,24 | 0,10 | 57867 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_04_19 | 41113 | 85,4 | 0,86 | 0,41 | 61098,5 | 0,22 | 0,07 | 57302,5 | 2010_12_12 | 24968 | 51,87 | 1,26 | 1,18 | 58761,1 | 0,41 | 0,56 | 59192 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2011_04_21 | 39123 | 81,3 | 0,93 | 0,73 | 61148,5 | 0,25 | 0,27 | 57302,5 | 2011_01_04 | 35322 | 73,38 | 1,01 | 3,32 | 259772,6 | 0,20 | 0,34 | 57303 | Validas | No Validas | Validas |
| 2011_04_26 | 46046 | 95,7 | 0,72 | 0,48 | 57476,5 | 0,17 | 0,14 | 57302,5 | 2011_01_20 | 32366 | 67,24 | 1,00 | 1,58 | 121010,8 | 0,32 | 1,10 | 167676 | Validas | Validas | No Validas |
| 2011_05_05 | 44785 | 93,0 | 1,13 | 0,22 | 61148,5 | 0,27 | 0,05 | 57302,5 | 2011_01_22 | 25595 | 53,17 | 1,04 | 0,66 | 57302,5 | 0,26 | 0,27 | 72525 | Validas | No Validas | Validas |
| 2011_05_17 | 44798 | 93,1 | 1,32 | 0,67 | 57962,6 | 0,42 | 0,14 | 58298,6 | 2011_02_05 | 12556 | 26,08 | 2,36 | 0,70 | 57113,8 | 0,56 | 0,17 | 57299 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_05_23 | 46695 | 97,0 | 1,95 | 2,11 | 64305,2 | 0,41 | 0,32 | 59668,2 | 2011_02_16 | 13289 | 27,61 | 1,91 | 1,24 | 64811,6 | 0,52 | 0,41 | 57882 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_05_28 | 47115 | 97,9 | 2,17 | 3,97 | 80961,4 | 0,39 | 0,71 | 84813,9 | 2011_02_23 | 32040 | 66,56 | 0,99 | 1,44 | 62215,4 | 0,34 | 0,30 | 59412 | No Validas | Validas | Validas |
| 2011_06_20 | 46227 | 96,0 | 1,08 | 2,62 | 79777,8 | 0,33 | 0,48 | 73269,9 | 2011_03_07 | 30694 | 63,76 | 0,69 | 3,40 | 189803,8 | 0,14 | 0,30 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_06_27 | 46279 | 96,1 | 1,11 | 3,10 | 75955,4 | 0,24 | 0,51 | 64018,2 | 2011_03_20 | 27553 | 57,24 | 0,79 | 6,08 | 159614,7 | 0,15 | 1,04 | 152697 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_07_01 | 47160 | 98,0 | 2,06 | 5,66 | 84116,1 | 0,36 | 0,83 | 66763,9 | 2011_04_01 | 23067 | 47,92 | 0,54 | 1,12 | 76532,0 | 0,13 | 0,17 | 64693 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_07_15 | 47084 | 97,8 | 2,11 | 14,52 | 317567,4 | 0,36 | 1,31 | 129881,9 | 2011_04_05 | 28450 | 59,10 | 0,77 | 1,62 | 63681,0 | 0,20 | 0,46 | 89185 | Validas | Validas | Validas |
| 2011_07_31 | 46820 | 97,3 | 0,87 | 0,96 | 61148,5 | 0,23 | 0,16 | 59423,0 | 2011_04_17 | 36160 | 75,12 | 1,50 | 0,88 | 61569,6 | 0,95 | 0,37 | 61148 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2011_08_11 | 47126 | 97,9 | 0,89 | 1,40 | 80346,1 | 0,21 | 0,26 | 65586,0 | 2011_05_01 | 24385 | 50,66 | 0,67 | 0,30 | 56107,4 | 0,20 | 0,14 | 59166 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_08_30 | 46318 | 96,2 | 0,80 | 3,30 | 190871,6 | 0,22 | 0,39 | 83513,5 | 2011_05_10 | 22627 | 47,01 | 1,10 | 0,53 | 59527,2 | 0,27 | 0,11 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_09_06 | 42717 | 88,7 | 0,62 | 1,13 | 68840,5 | 0,16 | 0,21 | 63961,8 | 2011_05_21 | 28143 | 58,46 | 3,15 | 1,93 | 67423,0 | 1,15 | 0,49 | 57302 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_09_10 | 39263 | 81,6 | 0,82 | 5,40 | 258093,9 | 0,18 | 0,49 | 97087,3 | 2011_06_04 | 14861 | 30,87 | 2,11 | 8,99 | 110145,9 | 0,11 | 4,15 | 45899 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_09_15 | 44628 | 92,7 | 0,63 | 4,48 | 210031,8 | 0,19 | 0,43 | 76813,2 | 2011_07_08 | 36514 | 75,85 | 3,78 | 6,04 | 75990,9 | 0,97 | 1,86 | 68125 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_09_22 | 47065 | 97,8 | 0,58 | 4,40 | 256657,9 | 0,14 | 0,37 | 84909,0 | 2011_08_16 | 14445 | 30,01 | 2,32 | 1,00 | 57935,0 | 1,24 | 0,66 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_09_28 | 44896 | 93,3 | 0,93 | 7,21 | 201668,6 | 0,19 | 0,70 | 84995,4 | 2011_08_23 | 24560 | 51,02 | 0,85 | 2,82 | 102428,7 | 0,17 | 0,48 | 73695 | Validas | Validas | No Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|-------|----------|------|------|----------|------------|-------|-------|------|------|----------|------|------|--------|------------|------------|------------|
| 2011_10_01 | 46917 | 97,5 | 0,95 | 3,96 | 112773,4 | 0,19 | 0,52 | 72041,1 | 2011_09_26 | 36613 | 76,06 | 1,17 | 3,15 | 96164,8 | 0,31 | 0,50 | 77138 | No Validas | Validas | Validas |
| 2011_10_03 | 47264 | 98,2 | 1,21 | 5,31 | 122197,5 | 0,18 | 0,73 | 70186,5 | 2011_10_10 | 21044 | 43,72 | 0,41 | 8,11 | 211611,2 | 0,16 | 1,89 | 239147 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_10_05 | 46122 | 95,8 | 1,35 | 10,24 | 222647,7 | 0,29 | 1,30 | 134901,6 | 2011_10_30 | 34709 | 72,10 | 0,55 | 2,54 | 147326,5 | 0,19 | 0,57 | 96068 | Validas | No Validas | Validas |
| 2011_10_12 | 47131 | 97,9 | 1,10 | 8,78 | 245634,2 | 0,19 | 0,73 | 91926,0 | 2011_11_02 | 17152 | 35,63 | 0,54 | 0,97 | 88069,5 | 0,16 | 0,10 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_10_14 | 46768 | 97,2 | 1,21 | 8,38 | 213506,4 | 0,21 | 0,74 | 89514,4 | 2011_11_11 | 36142 | 75,08 | 1,41 | 1,04 | 64083,7 | 0,43 | 1,16 | 91916 | Validas | Validas | No Validas |
| 2011_10_17 | 42252 | 87,8 | 1,14 | 2,93 | 76079,8 | 0,23 | 0,47 | 68390,6 | 2011_11_25 | 27460 | 57,05 | 0,96 | 0,47 | 61148,5 | 0,21 | 0,11 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_10_21 | 46635 | 96,9 | 1,11 | 7,07 | 231136,2 | 0,21 | 0,57 | 76685,0 | 2011_11_27 | 30289 | 62,92 | 1,12 | 0,43 | 57302,5 | 0,25 | 0,07 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_10_26 | 47125 | 97,9 | 0,90 | 1,90 | 112335,1 | 0,21 | 0,22 | 71119,4 | 2011_11_29 | 14256 | 29,62 | 0,67 | 1,47 | 146601,1 | 0,07 | 0,88 | 121778 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2011_12_27 | 44088 | 91,6 | 0,67 | 2,07 | 149888,6 | 0,15 | 0,32 | 83438,1 | 2011_12_01 | 25463 | 52,90 | 1,01 | 0,86 | 62870,8 | 0,26 | 0,23 | 66218 | No Validas | Validas | Validas |
| 2012_01_12 | 42249 | 87,8 | 0,85 | 2,21 | 83268,6 | 0,21 | 0,41 | 75228,3 | 2011_12_11 | 28258 | 58,70 | 0,38 | 2,51 | 215406,6 | 0,11 | 0,34 | 83851 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_02_29 | 44531 | 92,5 | 1,79 | 1,21 | 65078,4 | 0,42 | 0,22 | 58869,8 | 2012_01_09 | 34558 | 71,79 | 0,78 | 0,53 | 62255,1 | 0,24 | 0,10 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_03_02 | 46341 | 96,3 | 1,63 | 1,04 | 57251,7 | 0,34 | 0,20 | 58978,8 | 2012_01_14 | 24391 | 50,67 | 1,81 | 1,67 | 64614,5 | 0,38 | 0,37 | 58611 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_03_09 | 45375 | 94,3 | 1,20 | 1,21 | 58944,4 | 0,27 | 0,23 | 59447,4 | 2012_02_22 | 32707 | 67,95 | 1,07 | 0,45 | 61148,5 | 0,25 | 0,18 | 57303 | Validas | No Validas | Validas |
| 2012_03_13 | 46405 | 96,4 | 1,65 | 1,26 | 65122,6 | 0,34 | 0,26 | 60177,9 | 2012_02_26 | 36556 | 75,94 | 1,40 | 0,88 | 58313,7 | 0,36 | 0,20 | 57303 | Validas | No Validas | Validas |
| 2012_03_16 | 40118 | 83,3 | 1,21 | 1,33 | 58206,0 | 0,28 | 0,23 | 59515,0 | 2012_03_27 | 34712 | 72,11 | 1,15 | 1,47 | 56783,9 | 0,30 | 0,27 | 60145 | Validas | No Validas | Validas |
| 2012_03_25 | 43336 | 90,0 | 0,73 | 1,48 | 64610,0 | 0,17 | 0,29 | 65921,2 | 2012_04_17 | 35703 | 74,17 | 0,41 | 0,32 | 57302,5 | 0,12 | 0,10 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_03_29 | 44438 | 92,3 | 1,02 | 1,55 | 59483,9 | 0,24 | 0,26 | 60809,2 | 2012_05_03 | 36397 | 75,61 | 0,89 | 0,60 | 61148,5 | 0,46 | 0,53 | 84798 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_04_01 | 45564 | 94,7 | 0,72 | 1,30 | 65330,0 | 0,16 | 0,23 | 63514,7 | 2012_05_09 | 23233 | 48,26 | 0,85 | 1,56 | 99688,9 | 0,45 | 1,22 | 88069 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2012_05_25 | 38835 | 80,7 | 1,18 | 0,11 | 57302,5 | 0,52 | 0,04 | 57302,5 | 2012_05_14 | 26445 | 54,94 | 1,05 | 0,04 | 57281,3 | 0,28 | 0,06 | 57302 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_06_01 | 47035 | 97,7 | 1,37 | 1,11 | 60287,1 | 0,33 | 0,20 | 59757,2 | 2012_05_16 | 27908 | 57,98 | 3,06 | 0,57 | 57548,8 | 1,91 | 0,73 | 64977 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_06_26 | 42749 | 88,8 | 1,91 | 4,18 | 113442,3 | 0,53 | 1,47 | 171749,5 | 2012_06_15 | 20833 | 43,28 | 0,94 | 4,25 | 97094,6 | 0,36 | 1,34 | 84223 | Validas | Validas | No Validas |
| 2012_07_03 | 45471 | 94,5 | 2,03 | 2,57 | 76532,0 | 0,41 | 0,48 | 65776,8 | 2012_06_17 | 29597 | 61,48 | 2,24 | 1,48 | 56392,0 | 0,68 | 0,27 | 58078 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_07_17 | 47309 | 98,3 | 1,15 | 4,99 | 161997,7 | 0,24 | 0,55 | 80375,2 | 2012_06_20 | 33288 | 69,15 | 1,63 | 1,15 | 58052,4 | 0,81 | 0,61 | 64994 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_07_24 | 44426 | 92,3 | 1,58 | 7,24 | 176500,5 | 0,34 | 1,14 | 123201,6 | 2012_06_22 | 18389 | 38,20 | 1,19 | 3,30 | 72394,6 | 0,47 | 1,58 | 85665 | Validas | Validas | No Validas |
| 2012_07_26 | 47049 | 97,7 | 1,86 | 7,87 | 112966,0 | 0,35 | 1,65 | 133771,1 | 2012_08_02 | 37796 | 78,52 | 2,84 | 5,58 | 81350,9 | 0,73 | 0,98 | 64995 | No Validas | No Validas | No Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|----------|------|------|----------|------------|-------|-------|------|------|----------|------|------|--------|------------|------------|------------|
| 2012_07_31 | 47096 | 97,8 | 1,43 | 6,92 | 146282,4 | 0,23 | 1,20 | 142674,6 | 2012_08_04 | 15548 | 32,30 | 4,36 | 5,12 | 64692,4 | 0,77 | 0,90 | 58144 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_08_09 | 47051 | 97,7 | 1,49 | 6,57 | 169879,3 | 0,29 | 1,00 | 120450,3 | 2012_09_17 | 12468 | 25,90 | 2,21 | 2,47 | 66319,9 | 0,56 | 0,58 | 58984 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_08_11 | 47235 | 98,1 | 1,45 | 5,48 | 112402,7 | 0,30 | 0,96 | 112272,3 | 2012_10_23 | 36406 | 75,63 | 0,73 | 1,35 | 83044,4 | 0,24 | 0,38 | 97823 | Validas | No Validas | Validas |
| 2012_08_16 | 42426 | 88,1 | 1,29 | 2,55 | 74623,4 | 0,30 | 0,43 | 63122,8 | 2012_10_28 | 18100 | 37,60 | 0,98 | 1,26 | 78401,1 | 0,74 | 0,14 | 57851 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2012_08_18 | 46456 | 96,5 | 1,16 | 6,29 | 195308,9 | 0,23 | 0,62 | 80404,0 | 2012_11_22 | 22739 | 47,24 | 1,10 | 0,93 | 59151,1 | 0,27 | 0,23 | 57303 | No Validas | Validas | Validas |
| 2012_08_27 | 47065 | 97,8 | 1,91 | 5,23 | 89263,3 | 0,32 | 0,93 | 87605,4 | 2012_12_01 | 34099 | 70,84 | 0,60 | 0,48 | 78606,5 | 0,16 | 0,08 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_09_08 | 40041 | 83,2 | 1,32 | 2,86 | 69321,9 | 0,30 | 0,51 | 61501,6 | 2012_12_06 | 16582 | 34,45 | 0,44 | 0,39 | 57302,5 | 0,15 | 0,13 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_09_14 | 47183 | 98,0 | 2,01 | 4,71 | 75749,7 | 0,35 | 0,82 | 65626,5 | 2013_02_17 | 26654 | 55,37 | 0,62 | 0,80 | 97560,2 | 0,17 | 0,18 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_10_05 | 47153 | 98,0 | 1,26 | 2,24 | 73008,9 | 0,25 | 0,37 | 63393,4 | 2013_02_19 | 21892 | 45,48 | 0,85 | 0,90 | 61148,5 | 0,34 | 0,23 | 61947 | Validas | Validas | Validas |
| 2012_11_13 | 39639 | 82,3 | 0,80 | 0,85 | 61148,5 | 0,28 | 0,15 | 57302,5 | 2013_02_21 | 27271 | 56,65 | 0,64 | 0,69 | 65532,7 | 0,16 | 0,15 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2012_11_15 | 46733 | 97,1 | 0,75 | 0,90 | 108088,2 | 0,16 | 0,15 | 57302,5 | 2013_02_28 | 22135 | 45,98 | 0,82 | 0,76 | 61148,5 | 0,27 | 0,18 | 62748 | No Validas | Validas | Validas |
| 2012_12_29 | 44036 | 91,5 | 0,86 | 4,33 | 297825,0 | 0,19 | 0,63 | 107731,0 | 2013_03_03 | 30534 | 63,43 | 0,69 | 0,62 | 70498,1 | 0,19 | 0,12 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_04_13 | 38652 | 80,3 | 0,55 | 1,29 | 72686,0 | 0,14 | 0,48 | 100207,5 | 2013_03_21 | 13711 | 28,48 | 1,27 | 0,65 | 57958,3 | 0,39 | 0,29 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_04_17 | 40283 | 83,7 | 0,69 | 1,56 | 65585,7 | 0,16 | 0,29 | 62385,9 | 2013_04_22 | 12264 | 25,48 | 1,28 | 1,23 | 61146,5 | 0,70 | 0,80 | 69380 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2013_05_06 | 43993 | 91,4 | 0,47 | 1,49 | 176036,4 | 0,12 | 0,61 | 112896,3 | 2013_04_24 | 32447 | 67,41 | 1,31 | 1,22 | 62350,9 | 0,76 | 0,75 | 66237 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2013_06_16 | 46658 | 96,9 | 1,10 | 1,15 | 62135,1 | 0,31 | 0,23 | 60898,0 | 2013_06_04 | 30840 | 64,07 | 1,79 | 1,35 | 111114,8 | 0,60 | 0,97 | 84224 | Validas | Validas | No Validas |
| 2013_07_06 | 47008 | 97,7 | 1,72 | 1,49 | 62929,1 | 0,39 | 0,26 | 60077,7 | 2013_06_07 | 21993 | 45,69 | 1,07 | 0,30 | 61148,5 | 0,39 | 0,09 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_07_22 | 42463 | 88,2 | 2,43 | 2,03 | 63362,1 | 0,49 | 0,43 | 59462,2 | 2013_06_13 | 23341 | 48,49 | 2,52 | 1,70 | 65032,4 | 1,39 | 0,30 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_07_25 | 44476 | 92,4 | 1,49 | 1,52 | 69027,3 | 0,29 | 0,33 | 60624,9 | 2013_07_09 | 22128 | 45,97 | 1,37 | 0,86 | 58274,0 | 0,42 | 0,07 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_07_27 | 45846 | 95,2 | 1,89 | 3,00 | 79424,3 | 0,36 | 0,74 | 89116,1 | 2013_07_15 | 34071 | 70,78 | 1,55 | 2,45 | 73469,9 | 0,32 | 0,52 | 71314 | Validas | Validas | Validas |
| 2013_07_31 | 47078 | 97,8 | 1,88 | 2,87 | 85589,8 | 0,32 | 0,45 | 74185,4 | 2013_08_05 | 33762 | 70,14 | 1,84 | 3,87 | 121922,9 | 0,37 | 0,67 | 100396 | Validas | No Validas | Validas |
| 2013_08_12 | 47082 | 97,8 | 1,16 | 1,55 | 73418,8 | 0,27 | 0,29 | 66418,5 | 2013_08_30 | 12894 | 26,79 | 1,71 | 6,96 | 195025,8 | 0,48 | 1,23 | 123012 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_08_14 | 42121 | 87,5 | 1,27 | 1,92 | 72836,6 | 0,31 | 0,35 | 64026,6 | 2013_09_01 | 16412 | 34,09 | 4,16 | 3,89 | 61149,1 | 2,43 | 1,55 | 56501 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_08_16 | 44986 | 93,5 | 1,38 | 2,71 | 84598,1 | 0,32 | 0,55 | 77067,0 | 2013_10_17 | 33695 | 70,00 | 0,99 | 0,09 | 57211,7 | 0,36 | 0,03 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_08_21 | 47176 | 98,0 | 1,35 | 2,22 | 72943,0 | 0,28 | 0,38 | 63786,6 | 2013_11_27 | 28732 | 59,69 | 0,64 | 0,44 | 73429,7 | 0,19 | 0,15 | 57303 | Validas | No Validas | Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|----------|------|------|----------|------------|-------|-------|------|-------|----------|------|------|--------|------------|------------|------------|
| 2013_09_04 | 47193 | 98,0 | 1,30 | 2,51 | 68968,2 | 0,27 | 0,44 | 63931,2 | 2013_12_04 | 31670 | 65,79 | 0,80 | 0,24 | 58312,0 | 0,22 | 0,16 | 57303 | Validas | No Validas | Validas |
| 2013_09_22 | 45863 | 95,3 | 0,74 | 1,29 | 115804,3 | 0,18 | 0,27 | 81180,4 | 2013_12_09 | 33885 | 70,39 | 0,80 | 0,29 | 65255,0 | 0,19 | 0,11 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_09_24 | 47170 | 98,0 | 0,92 | 0,96 | 72803,3 | 0,19 | 0,19 | 57302,5 | 2013_12_11 | 28119 | 58,41 | 0,85 | 0,29 | 60656,9 | 0,20 | 0,08 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_09_27 | 45812 | 95,2 | 0,63 | 0,52 | 56988,4 | 0,16 | 0,09 | 57302,5 | 2013_12_13 | 34174 | 70,99 | 1,06 | 0,25 | 77598,8 | 0,25 | 0,08 | 70728 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_10_24 | 38630 | 80,3 | 0,87 | 0,52 | 64994,5 | 0,26 | 0,15 | 59973,6 | 2013_12_16 | 26594 | 55,25 | 1,01 | 0,93 | 146646,8 | 0,21 | 0,19 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2013_10_31 | 43328 | 90,0 | 0,61 | 0,68 | 78940,4 | 0,13 | 0,20 | 57302,5 | 2013_12_22 | 16849 | 35,00 | 1,58 | 0,75 | 57735,1 | 0,42 | 0,18 | 61150 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2013_11_11 | 46562 | 96,7 | 0,54 | 0,39 | 70992,5 | 0,15 | 0,12 | 57302,5 | 2014_01_07 | 21802 | 45,29 | 1,12 | 2,71 | 106477,4 | 0,31 | 1,33 | 166940 | Validas | Validas | No Validas |
| 2014_01_10 | 42932 | 89,2 | 1,04 | 1,78 | 150108,9 | 0,21 | 0,29 | 57302,5 | 2014_02_24 | 20188 | 41,94 | 1,50 | 0,75 | 58161,6 | 0,74 | 0,08 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_01_12 | 42013 | 87,3 | 1,13 | 1,25 | 87700,4 | 0,24 | 0,25 | 57302,5 | 2014_03_06 | 35981 | 74,75 | 0,56 | 0,73 | 87762,2 | 0,15 | 0,32 | 96409 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_01_17 | 44519 | 92,5 | 0,97 | 1,90 | 160075,1 | 0,29 | 0,47 | 114751,6 | 2014_03_19 | 34999 | 72,71 | 0,73 | 1,60 | 63560,4 | 0,20 | 0,40 | 65196 | Validas | Validas | Validas |
| 2014_03_08 | 38901 | 80,8 | 0,73 | 0,98 | 82312,2 | 0,20 | 0,43 | 94478,9 | 2014_03_28 | 30305 | 62,96 | 0,60 | 1,39 | 64994,5 | 0,17 | 0,33 | 67752 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_03_10 | 40446 | 84,0 | 0,80 | 0,82 | 61148,5 | 0,19 | 0,21 | 66932,0 | 2014_04_13 | 21945 | 45,59 | 1,23 | 0,49 | 57367,7 | 0,50 | 0,06 | 57302 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_03_17 | 40034 | 83,2 | 0,77 | 1,20 | 68105,2 | 0,21 | 0,24 | 68075,1 | 2014_04_23 | 13545 | 28,14 | 1,48 | 0,62 | 57351,1 | 1,21 | 0,50 | 57990 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_04_09 | 46239 | 96,1 | 0,70 | 0,97 | 59859,8 | 0,16 | 0,20 | 63954,8 | 2014_05_18 | 20713 | 43,03 | 1,87 | 1,59 | 59704,7 | 0,81 | 1,42 | 60201 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_04_16 | 46644 | 96,9 | 0,73 | 0,67 | 68840,5 | 0,18 | 0,19 | 82486,9 | 2014_06_10 | 24850 | 51,62 | 0,63 | 2,55 | 71015,0 | 0,16 | 0,54 | 62954 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_05_04 | 46642 | 96,9 | 0,63 | 0,48 | 71145,3 | 0,16 | 0,13 | 57302,5 | 2014_06_12 | 17881 | 37,15 | 1,51 | 1,93 | 66352,9 | 0,38 | 0,90 | 62599 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2014_05_15 | 43831 | 91,1 | 1,35 | 0,41 | 58155,4 | 0,41 | 0,31 | 57302,5 | 2014_06_14 | 12112 | 25,16 | 3,34 | 16,65 | 228370,1 | 1,78 | 5,82 | 143154 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_06_05 | 47154 | 98,0 | 0,98 | 1,18 | 67987,7 | 0,22 | 0,18 | 61790,0 | 2014_06_16 | 12359 | 25,67 | 3,76 | 5,85 | 61634,2 | 2,26 | 2,56 | 63654 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_06_07 | 42655 | 88,6 | 1,26 | 2,74 | 81268,9 | 0,30 | 0,60 | 72361,4 | 2014_06_19 | 17574 | 36,51 | 4,47 | 2,40 | 64461,9 | 2,36 | 0,37 | 57302 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_07_16 | 47364 | 98,4 | 1,06 | 1,62 | 136870,1 | 0,23 | 0,20 | 57302,5 | 2014_06_21 | 25440 | 52,85 | 1,17 | 8,76 | 91153,3 | 0,29 | 1,57 | 84223 | Validas | Validas | No Validas |
| 2014_07_18 | 43675 | 90,7 | 1,01 | 1,74 | 112799,0 | 0,25 | 0,24 | 65799,5 | 2014_08_10 | 23840 | 49,53 | 0,68 | 1,70 | 96250,1 | 0,30 | 0,35 | 63081 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2014_09_02 | 47250 | 98,2 | 0,78 | 1,88 | 150112,7 | 0,17 | 0,20 | 57302,5 | 2014_08_17 | 27112 | 56,32 | 2,19 | 2,23 | 78090,2 | 1,43 | 1,44 | 76867 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_09_04 | 47109 | 97,9 | 0,80 | 3,08 | 212885,1 | 0,21 | 0,33 | 101763,5 | 2014_08_24 | 18141 | 37,69 | 1,55 | 1,18 | 58283,8 | 0,61 | 0,75 | 62567 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_09_07 | 46986 | 97,6 | 0,60 | 2,25 | 173520,5 | 0,15 | 0,28 | 77014,5 | 2014_08_31 | 35926 | 74,63 | 1,46 | 1,23 | 88983,4 | 0,83 | 0,46 | 84213 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2014_09_11 | 44422 | 92,3 | 0,77 | 4,62 | 283864,2 | 0,23 | 0,55 | 93294,1 | 2014_09_14 | 26383 | 54,81 | 0,47 | 4,28 | 172622,9 | 0,18 | 0,85 | 139251 | No Validas | No Validas | No Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|----------|------|------|----------|------------|-------|-------|------|-------|----------|------|------|--------|------------|------------|------------|
| 2014_09_27 | 47238 | 98,1 | 0,67 | 4,92 | 243452,4 | 0,19 | 0,38 | 74759,6 | 2014_09_16 | 22824 | 47,41 | 1,04 | 2,28 | 97934,3 | 0,32 | 0,46 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2014_10_02 | 44033 | 91,5 | 0,62 | 1,93 | 130666,9 | 0,22 | 0,40 | 108130,2 | 2014_09_20 | 13287 | 27,60 | 0,64 | 4,54 | 109061,2 | 0,53 | 0,76 | 70495 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_10_13 | 38814 | 80,6 | 1,16 | 1,05 | 63160,2 | 0,53 | 0,39 | 59856,1 | 2014_10_04 | 19473 | 40,45 | 1,67 | 3,97 | 73899,8 | 0,80 | 2,96 | 87615 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_10_18 | 46267 | 96,1 | 0,60 | 1,19 | 72686,0 | 0,15 | 0,26 | 79324,6 | 2014_10_27 | 22720 | 47,20 | 1,56 | 0,34 | 57377,9 | 0,42 | 0,16 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_10_29 | 43146 | 89,6 | 0,80 | 3,51 | 209464,6 | 0,20 | 0,49 | 89430,7 | 2014_11_19 | 16951 | 35,21 | 0,76 | 2,47 | 170717,4 | 0,26 | 1,49 | 230671 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_11_01 | 44578 | 92,6 | 0,56 | 1,27 | 76532,0 | 0,14 | 0,26 | 77640,8 | 2014_11_21 | 26278 | 54,59 | 1,14 | 0,61 | 61148,5 | 0,47 | 0,17 | 57839 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2014_12_23 | 45890 | 95,3 | 0,97 | 1,23 | 85201,3 | 0,21 | 0,20 | 57302,5 | 2014_12_12 | 13932 | 28,94 | 1,29 | 0,80 | 58040,3 | 0,39 | 0,27 | 58127 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_01_13 | 44684 | 92,8 | 1,19 | 2,71 | 178323,0 | 0,23 | 0,29 | 57302,5 | 2014_12_21 | 36199 | 75,20 | 0,76 | 0,98 | 64994,5 | 0,22 | 0,25 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2015_03_06 | 41175 | 85,5 | 1,01 | 1,85 | 136763,2 | 0,21 | 0,41 | 91679,6 | 2015_01_01 | 29000 | 60,24 | 1,06 | 0,97 | 128726,1 | 0,24 | 0,19 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2015_04_07 | 46360 | 96,3 | 0,85 | 1,96 | 66683,2 | 0,20 | 0,36 | 69315,7 | 2015_01_06 | 14161 | 29,42 | 2,69 | 0,52 | 57302,5 | 0,57 | 0,08 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_04_12 | 42796 | 88,9 | 0,85 | 0,79 | 64994,5 | 0,29 | 0,19 | 60353,1 | 2015_01_08 | 17128 | 35,58 | 1,56 | 2,03 | 70464,4 | 0,40 | 0,53 | 62414 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_04_14 | 46987 | 97,6 | 0,90 | 1,27 | 63322,5 | 0,21 | 0,22 | 65228,7 | 2015_01_22 | 12133 | 25,21 | 1,82 | 1,14 | 99894,8 | 0,47 | 0,23 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_04_21 | 47159 | 98,0 | 0,71 | 0,79 | 65197,4 | 0,16 | 0,14 | 65039,7 | 2015_02_09 | 18079 | 37,56 | 0,92 | 2,32 | 154108,6 | 0,31 | 0,54 | 62788 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_05_18 | 44511 | 92,5 | 1,14 | 0,66 | 59325,4 | 0,32 | 0,26 | 57302,5 | 2015_02_11 | 23286 | 48,37 | 1,03 | 1,42 | 126782,2 | 0,25 | 0,33 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2015_05_28 | 47094 | 97,8 | 0,85 | 0,90 | 61148,5 | 0,23 | 0,18 | 59708,1 | 2015_02_18 | 31073 | 64,55 | 1,42 | 0,78 | 85178,7 | 0,37 | 0,17 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2015_06_06 | 42523 | 88,3 | 1,69 | 1,94 | 63919,1 | 0,41 | 0,44 | 63777,6 | 2015_03_11 | 36522 | 75,87 | 1,44 | 1,20 | 63516,1 | 0,35 | 0,26 | 61500 | Validas | Validas | Validas |
| 2015_06_24 | 47265 | 98,2 | 1,89 | 2,08 | 62769,6 | 0,34 | 0,39 | 57302,5 | 2015_03_27 | 14687 | 30,51 | 1,80 | 1,81 | 58722,2 | 0,45 | 1,61 | 74314 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_06_29 | 46889 | 97,4 | 1,64 | 2,15 | 62173,5 | 0,31 | 0,41 | 61395,4 | 2015_04_05 | 30137 | 62,61 | 1,60 | 1,84 | 64574,9 | 0,92 | 0,89 | 61149 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_07_10 | 47357 | 98,4 | 3,97 | 5,59 | 74566,9 | 0,61 | 1,00 | 76532,0 | 2015_04_10 | 21248 | 44,14 | 0,74 | 1,79 | 37988,2 | 0,25 | 0,37 | 59392 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_07_12 | 45858 | 95,3 | 4,95 | 8,02 | 88479,3 | 0,71 | 2,21 | 150349,5 | 2015_05_14 | 21299 | 44,25 | 0,92 | 1,26 | 68103,9 | 0,41 | 1,32 | 157483 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_07_21 | 46656 | 96,9 | 4,89 | 8,67 | 93766,8 | 0,67 | 1,35 | 83211,8 | 2015_05_30 | 27941 | 58,04 | 1,61 | 1,68 | 64889,4 | 0,61 | 0,58 | 60748 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_08_02 | 47083 | 97,8 | 2,76 | 3,30 | 73914,3 | 0,49 | 0,56 | 62209,5 | 2015_06_03 | 13217 | 27,46 | 2,09 | 3,69 | 70423,9 | 1,30 | 0,55 | 57661 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_08_11 | 45094 | 93,7 | 2,24 | 2,69 | 69943,5 | 0,45 | 0,48 | 62631,8 | 2015_06_17 | 29333 | 60,94 | 1,90 | 3,00 | 72172,9 | 0,96 | 1,00 | 59283 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_08_20 | 44943 | 93,4 | 1,79 | 2,07 | 67171,4 | 0,42 | 0,36 | 60908,5 | 2015_06_22 | 29951 | 62,22 | 2,35 | 0,61 | 56740,8 | 0,85 | 0,22 | 57465 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_08_25 | 45136 | 93,8 | 0,94 | 1,69 | 76968,1 | 0,28 | 0,34 | 72016,6 | 2015_06_26 | 28888 | 60,01 | 2,75 | 2,40 | 60312,1 | 0,62 | 0,49 | 56181 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_08_29 | 47105 | 97,9 | 1,26 | 2,96 | 84606,2 | 0,27 | 0,49 | 68141,5 | 2015_06_28 | 12156 | 25,25 | 3,22 | 0,70 | 57170,4 | 0,52 | 0,16 | 57299 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_09_07 | 47086 | 97,8 | 1,05 | 2,22 | 80378,0 | 0,23 | 0,40 | 70651,7 | 2015_07_03 | 30219 | 62,78 | 2,27 | 18,53 | 250747,8 | 0,42 | 2,62 | 142795 | No Validas | No Validas | No Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|----------|------|------|----------|------------|-------|-------|------|-------|----------|------|--------|----------|------------|------------|------------|
| 2015_09_21 | 46355 | 96,3 | 0,73 | 1,30 | 98810,4 | 0,19 | 0,24 | 57302,5 | 2015_07_08 | 12874 | 26,74 | 4,50 | 1,89 | 53677,3 | 0,89 | 0,80 | 56339 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_10_09 | 40875 | 84,9 | 0,61 | 1,62 | 126243,8 | 0,17 | 0,42 | 102919,2 | 2015_07_14 | 13067 | 27,15 | 6,72 | 2,33 | 56221,7 | 0,95 | 0,37 | 57338 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_10_19 | 38723 | 80,4 | 0,51 | 0,51 | 72459,6 | 0,12 | 0,24 | 84792,7 | 2015_07_15 | 18003 | 37,40 | 3,23 | 6,37 | 88787,5 | 0,75 | 1,28 | 68838 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_10_23 | 41470 | 86,1 | 0,78 | 0,64 | 64994,5 | 0,21 | 0,25 | 57302,5 | 2015_07_17 | 38478 | 79,93 | 3,57 | 6,30 | 90029,9 | 0,55 | 1,16 | 72686 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_10_30 | 47363 | 98,4 | 0,45 | 0,77 | 119923,8 | 0,12 | 0,11 | 57302,5 | 2015_08_06 | 17756 | 36,89 | 3,64 | 3,17 | 60592,4 | 0,65 | 0,58 | 55504 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_11_01 | 47163 | 98,0 | 0,62 | 1,05 | 76532,0 | 0,14 | 0,24 | 82497,8 | 2015_08_16 | 33531 | 69,66 | 2,07 | 0,93 | 61298,4 | 0,73 | 0,21 | 57302 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_11_06 | 43042 | 89,4 | 0,65 | 0,69 | 76204,9 | 0,22 | 0,12 | 57302,5 | 2015_08_22 | 19938 | 41,42 | 1,53 | 1,61 | 69626,8 | 0,35 | 0,31 | 62130 | No Validas | Validas | Validas |
| 2015_11_08 | 47188 | 98,0 | 0,73 | 0,67 | 76532,0 | 0,16 | 0,13 | 57302,5 | 2015_09_26 | 32221 | 66,94 | 0,88 | 0,94 | 63923,1 | 0,42 | 0,25 | 58951 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2015_11_15 | 47028 | 97,7 | 0,63 | 0,44 | 65685,3 | 0,16 | 0,07 | 57302,5 | 2015_09_28 | 33489 | 69,57 | 1,03 | 2,43 | 188207,3 | 0,45 | 0,59 | 111576 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_12_03 | 45372 | 94,3 | 0,75 | 0,47 | 58150,9 | 0,18 | 0,11 | 57302,5 | 2015_09_30 | 37575 | 78,06 | 1,19 | 1,63 | 119012,6 | 0,36 | 0,27 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2015_12_12 | 42649 | 88,6 | 1,40 | 0,53 | 57831,2 | 0,49 | 0,05 | 57302,5 | 2015_10_16 | 17868 | 37,12 | 1,44 | 0,46 | 57603,6 | 0,60 | 0,22 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_12_17 | 44850 | 93,2 | 1,20 | 0,76 | 78425,5 | 0,27 | 0,14 | 57302,5 | 2015_11_04 | 17575 | 36,51 | 0,56 | 1,49 | 72686,0 | 0,19 | 1,87 | 156608 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_12_19 | 40993 | 85,2 | 1,35 | 0,70 | 86728,6 | 0,31 | 0,10 | 57302,5 | 2015_11_22 | 13331 | 27,69 | 0,23 | 12,67 | 466405,1 | 0,00 | 366,30 | 17257577 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2015_12_26 | 40049 | 83,2 | 1,12 | 1,08 | 106805,4 | 0,23 | 0,20 | 57302,5 | 2015_12_28 | 16587 | 34,46 | 2,22 | 1,71 | 91915,5 | 0,40 | 1,34 | 88070 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_03_22 | 43271 | 89,9 | 0,59 | 1,07 | 72686,0 | 0,14 | 0,25 | 68619,3 | 2016_01_25 | 32988 | 68,53 | 0,68 | 0,28 | 57835,4 | 0,17 | 0,07 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_05_04 | 46769 | 97,2 | 0,69 | 0,56 | 90275,9 | 0,17 | 0,12 | 57302,5 | 2016_02_05 | 37932 | 78,80 | 0,73 | 0,94 | 64994,5 | 0,24 | 0,13 | 58648 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_05_16 | 42435 | 88,2 | 0,88 | 0,15 | 57370,8 | 0,29 | 0,12 | 57302,5 | 2016_03_13 | 22747 | 47,25 | 0,65 | 0,42 | 58032,0 | 0,21 | 0,12 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_07_07 | 46426 | 96,4 | 2,21 | 2,90 | 78265,2 | 0,43 | 0,55 | 76435,3 | 2016_04_14 | 12766 | 26,52 | 1,35 | 0,16 | 60441,6 | 0,34 | 0,04 | 57299 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_07_10 | 47099 | 97,8 | 1,75 | 1,79 | 68547,9 | 0,31 | 0,34 | 67676,0 | 2016_04_28 | 30160 | 62,65 | 1,24 | 0,68 | 58645,0 | 0,76 | 0,42 | 56986 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2016_07_17 | 46959 | 97,6 | 1,52 | 1,08 | 59649,0 | 0,27 | 0,19 | 68486,6 | 2016_05_02 | 20215 | 41,99 | 0,53 | 0,24 | 57302,5 | 0,13 | 0,17 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_07_19 | 47199 | 98,1 | 2,26 | 1,20 | 59385,9 | 0,35 | 0,22 | 57302,5 | 2016_05_27 | 26028 | 54,07 | 1,15 | 0,48 | 57302,5 | 0,31 | 0,20 | 57303 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2016_08_06 | 45050 | 93,6 | 2,43 | 1,21 | 59850,8 | 0,58 | 0,52 | 75287,6 | 2016_06_08 | 13997 | 29,08 | 2,62 | 0,33 | 57231,7 | 1,49 | 0,25 | 57302 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_08_08 | 46944 | 97,5 | 2,19 | 0,87 | 58048,3 | 0,42 | 0,18 | 57302,5 | 2016_06_21 | 31067 | 64,54 | 1,62 | 1,64 | 67246,1 | 0,56 | 0,40 | 59731 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2016_08_13 | 46597 | 96,8 | 2,73 | 1,03 | 57815,8 | 0,49 | 0,22 | 57302,5 | 2016_06_24 | 24058 | 49,98 | 1,27 | 0,39 | 57302,5 | 0,33 | 0,11 | 57392 | No Validas | No Validas | No Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|----------|------|------|---------|------------|-------|-------|------|------|----------|------|------|--------|------------|------------|------------|
| 2016_08_15 | 46857 | 97,3 | 3,31 | 1,37 | 58771,4 | 0,55 | 0,33 | 57302,5 | 2016_06_28 | 22117 | 45,95 | 3,19 | 1,87 | 56507,7 | 1,23 | 0,93 | 60578 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_08_24 | 47151 | 98,0 | 2,99 | 1,17 | 62463,2 | 0,46 | 0,27 | 57302,5 | 2016_07_01 | 24388 | 50,66 | 1,33 | 1,66 | 60106,9 | 0,33 | 0,45 | 60713 | Validas | Validas | Validas |
| 2016_09_05 | 47142 | 97,9 | 3,22 | 1,26 | 62230,7 | 0,51 | 0,34 | 57302,5 | 2016_07_03 | 38011 | 78,96 | 1,78 | 4,24 | 138614,3 | 0,52 | 1,15 | 84224 | Validas | Validas | No Validas |
| 2016_09_07 | 47287 | 98,2 | 3,77 | 1,43 | 58461,7 | 0,61 | 0,32 | 58858,8 | 2016_07_26 | 17811 | 37,00 | 3,87 | 1,55 | 63654,8 | 2,09 | 1,14 | 71935 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_09_28 | 46028 | 95,6 | 1,30 | 1,22 | 71378,0 | 0,24 | 0,27 | 57302,5 | 2016_07_30 | 22488 | 46,72 | 2,29 | 1,25 | 56639,3 | 0,42 | 0,20 | 58241 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_10_27 | 46055 | 95,7 | 0,75 | 1,22 | 67764,9 | 0,19 | 0,25 | 64689,0 | 2016_08_02 | 38465 | 79,91 | 1,51 | 0,94 | 62370,3 | 0,41 | 0,37 | 98902 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2016_10_30 | 47142 | 97,9 | 0,71 | 1,04 | 73749,0 | 0,17 | 0,20 | 72248,0 | 2016_08_11 | 13595 | 28,24 | 1,39 | 1,85 | 68840,5 | 0,29 | 0,66 | 99289 | No Validas | Validas | Validas |
| 2016_11_01 | 42517 | 88,3 | 0,74 | 2,46 | 171682,3 | 0,16 | 0,36 | 89043,2 | 2016_08_27 | 32512 | 67,54 | 2,53 | 0,94 | 58100,9 | 0,43 | 0,31 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_12_01 | 44950 | 93,4 | 0,91 | 0,90 | 62889,6 | 0,28 | 0,13 | 57302,5 | 2016_08_29 | 17859 | 37,10 | 3,73 | 1,05 | 58015,2 | 0,91 | 1,20 | 164927 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_12_08 | 44766 | 93,0 | 1,00 | 1,04 | 73646,3 | 0,22 | 0,19 | 57302,5 | 2016_08_31 | 30046 | 62,42 | 4,20 | 2,45 | 72200,9 | 1,10 | 2,30 | 171517 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_12_10 | 43524 | 90,4 | 1,17 | 1,24 | 71837,0 | 0,25 | 0,22 | 57302,5 | 2016_09_09 | 32935 | 68,42 | 3,26 | 2,66 | 102950,5 | 0,68 | 0,53 | 56754 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_12_14 | 41026 | 85,2 | 1,28 | 1,46 | 84990,4 | 0,27 | 0,26 | 57302,5 | 2016_09_21 | 31399 | 65,23 | 2,55 | 1,25 | 76700,4 | 1,07 | 0,53 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2016_12_17 | 46132 | 95,8 | 1,17 | 1,43 | 86678,0 | 0,24 | 0,27 | 57302,5 | 2016_09_23 | 23322 | 48,45 | 1,63 | 1,89 | 104423,6 | 0,36 | 0,32 | 79771 | No Validas | Validas | Validas |
| 2017_03_16 | 46488 | 96,6 | 0,68 | 1,45 | 63799,2 | 0,17 | 0,27 | 64620,0 | 2016_09_30 | 21022 | 43,67 | 1,92 | 1,57 | 64196,0 | 0,50 | 0,59 | 83832 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_03_30 | 46557 | 96,7 | 0,64 | 0,97 | 72686,0 | 0,14 | 0,19 | 61283,3 | 2016_10_07 | 19221 | 39,93 | 1,72 | 1,12 | 57164,3 | 0,59 | 0,20 | 58429 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_04_08 | 46948 | 97,5 | 0,59 | 0,73 | 61802,5 | 0,15 | 0,14 | 66552,0 | 2016_10_09 | 31958 | 66,39 | 1,63 | 2,47 | 83991,2 | 0,66 | 0,70 | 64564 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2017_04_10 | 43742 | 90,9 | 0,66 | 0,97 | 68840,5 | 0,19 | 0,42 | 84490,9 | 2016_10_18 | 26421 | 54,89 | 1,96 | 0,60 | 57428,5 | 0,79 | 0,14 | 57193 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_04_12 | 46911 | 97,5 | 0,70 | 0,88 | 68840,5 | 0,18 | 0,17 | 76050,8 | 2016_10_21 | 12044 | 25,02 | 0,67 | 3,42 | 95761,5 | 0,15 | 2,69 | 158243 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_04_17 | 46896 | 97,4 | 0,66 | 0,50 | 65895,7 | 0,16 | 0,10 | 57302,5 | 2016_11_03 | 34307 | 71,27 | 0,93 | 1,46 | 72325,7 | 0,27 | 0,23 | 65670 | Validas | Validas | Validas |
| 2017_04_19 | 46925 | 97,5 | 0,75 | 0,61 | 66191,6 | 0,19 | 0,13 | 57302,5 | 2016_11_26 | 19612 | 40,74 | 1,38 | 1,18 | 58756,5 | 0,72 | 0,45 | 56306 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2017_04_21 | 47002 | 97,6 | 0,78 | 0,59 | 68840,5 | 0,18 | 0,12 | 57302,5 | 2016_11_28 | 16219 | 33,69 | 0,80 | 0,42 | 59665,0 | 0,23 | 0,21 | 82850 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2017_05_26 | 43080 | 89,5 | 0,98 | 0,75 | 58485,7 | 0,27 | 0,33 | 70760,0 | 2016_12_05 | 23872 | 49,59 | 2,17 | 0,39 | 60611,6 | 0,47 | 0,10 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_06_08 | 47027 | 97,7 | 1,06 | 1,43 | 66731,3 | 0,27 | 0,28 | 61872,7 | 2016_12_28 | 15607 | 32,42 | 0,50 | 1,80 | 76119,5 | 0,14 | 0,42 | 73221 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_06_11 | 47083 | 97,8 | 0,93 | 1,35 | 67365,5 | 0,24 | 0,25 | 61141,7 | 2016_12_30 | 32301 | 67,10 | 1,36 | 2,09 | 68346,7 | 0,29 | 0,44 | 72871 | Validas | Validas | Validas |
| 2017_06_18 | 47078 | 97,8 | 1,08 | 2,32 | 80378,0 | 0,23 | 0,43 | 76861,1 | 2017_01_04 | 28059 | 58,29 | 1,86 | 2,11 | 58520,0 | 0,40 | 0,43 | 59588 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_07_04 | 47011 | 97,7 | 1,03 | 3,07 | 227670,6 | 0,21 | 0,30 | 83081,0 | 2017_01_06 | 37403 | 77,70 | 1,65 | 1,78 | 61020,8 | 0,35 | 0,39 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2017_07_15 | 45412 | 94,3 | 1,27 | 1,63 | 93900,0 | 0,35 | 0,27 | 57302,5 | 2017_01_20 | 19817 | 41,17 | 0,78 | 0,66 | 64994,5 | 0,17 | 0,17 | 57303 | Validas | Validas | No Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|----------|------|------|----------|------------|-------|-------|------|------|----------|------|-------|--------|------------|------------|------------|
| 2017_07_17 | 39192 | 81,4 | 1,25 | 5,12 | 144276,1 | 0,26 | 2,78 | 276347,5 | 2017_02_19 | 33669 | 69,94 | 0,73 | 4,51 | 239523,2 | 0,26 | 0,52 | 106632 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_08_14 | 46570 | 96,7 | 0,60 | 4,98 | 249344,7 | 0,15 | 0,47 | 84133,1 | 2017_02_26 | 22796 | 47,36 | 1,03 | 2,55 | 104660,6 | 0,31 | 0,29 | 85680 | Validas | Validas | Validas |
| 2017_08_21 | 47110 | 97,9 | 0,53 | 6,21 | 320039,6 | 0,12 | 0,49 | 103031,2 | 2017_03_11 | 33922 | 70,47 | 0,70 | 1,14 | 66913,1 | 0,24 | 0,24 | 61660 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2017_09_24 | 45158 | 93,8 | 0,85 | 1,00 | 95934,3 | 0,23 | 0,17 | 57302,5 | 2017_03_27 | 29407 | 61,09 | 1,15 | 0,87 | 60906,8 | 0,27 | 0,21 | 58580 | No Validas | Validas | Validas |
| 2017_10_05 | 46243 | 96,1 | 0,68 | 0,77 | 80378,0 | 0,15 | 0,15 | 57302,5 | 2017_04_03 | 12144 | 25,23 | 0,43 | 6,91 | 233689,4 | 0,04 | 17,58 | 902484 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_10_14 | 45784 | 95,1 | 0,75 | 0,99 | 61148,5 | 0,19 | 0,18 | 57302,5 | 2017_05_05 | 28639 | 59,49 | 0,87 | 0,15 | 57318,2 | 0,26 | 0,06 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_10_17 | 47145 | 97,9 | 0,66 | 0,94 | 68840,5 | 0,16 | 0,19 | 80039,1 | 2017_05_14 | 23368 | 48,54 | 1,12 | 0,20 | 61148,5 | 0,47 | 0,25 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_10_26 | 47260 | 98,2 | 0,55 | 0,98 | 88069,5 | 0,13 | 0,20 | 87238,0 | 2017_05_17 | 35804 | 74,38 | 0,74 | 0,19 | 56227,3 | 0,19 | 0,05 | 57303 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_10_28 | 43613 | 90,6 | 0,61 | 1,11 | 76532,0 | 0,19 | 0,26 | 57302,5 | 2017_05_21 | 14330 | 29,77 | 1,11 | 0,05 | 57302,5 | 0,33 | 0,09 | 57856 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_10_30 | 40310 | 83,7 | 0,50 | 1,23 | 80378,0 | 0,14 | 0,43 | 118157,0 | 2017_05_28 | 24640 | 51,19 | 0,52 | 3,52 | 190077,6 | 0,15 | 0,54 | 89807 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_11_18 | 41721 | 86,7 | 0,56 | 0,91 | 88636,9 | 0,14 | 0,15 | 57302,5 | 2017_06_20 | 21407 | 44,47 | 1,17 | 8,81 | 234267,9 | 0,27 | 1,09 | 124235 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2017_11_22 | 46049 | 95,7 | 0,93 | 1,64 | 127120,8 | 0,19 | 0,25 | 57302,5 | 2017_06_22 | 26289 | 54,61 | 1,88 | 8,86 | 197640,8 | 0,77 | 0,83 | 106441 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_02_26 | 43031 | 89,4 | 0,87 | 2,78 | 84594,4 | 0,18 | 0,51 | 74231,7 | 2017_07_06 | 31324 | 65,07 | 1,29 | 2,39 | 104708,7 | 0,28 | 0,53 | 95604 | Validas | Validas | Validas |
| 2018_03_21 | 44232 | 91,9 | 0,76 | 4,00 | 82433,0 | 0,23 | 0,88 | 102079,6 | 2017_08_02 | 27020 | 56,13 | 0,49 | 7,12 | 162802,0 | 0,13 | 1,66 | 214024 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_04_06 | 46217 | 96,0 | 0,87 | 2,79 | 75259,0 | 0,17 | 0,50 | 64553,0 | 2017_08_07 | 20187 | 41,94 | 1,41 | 5,12 | 95319,0 | 0,28 | 0,83 | 70270 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_04_20 | 44323 | 92,1 | 0,62 | 1,23 | 68840,5 | 0,15 | 0,34 | 97391,1 | 2017_08_23 | 36277 | 75,36 | 0,73 | 5,09 | 163523,6 | 0,30 | 0,61 | 99752 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2018_06_09 | 38925 | 80,9 | 1,10 | 1,21 | 70180,5 | 0,41 | 0,38 | 76206,7 | 2017_10_10 | 35948 | 74,68 | 1,23 | 1,00 | 62067,7 | 0,50 | 0,69 | 59184 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2018_06_23 | 47199 | 98,1 | 1,58 | 1,38 | 69409,2 | 0,34 | 0,23 | 60542,9 | 2017_10_12 | 34735 | 72,16 | 0,73 | 1,47 | 173055,6 | 0,16 | 0,17 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_06_25 | 47109 | 97,9 | 2,12 | 1,86 | 65546,1 | 0,44 | 0,31 | 60947,5 | 2017_10_24 | 30497 | 63,35 | 0,46 | 0,63 | 104113,7 | 0,18 | 0,12 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_06_27 | 41652 | 86,5 | 2,06 | 5,98 | 183682,5 | 0,44 | 0,97 | 129869,3 | 2017_11_15 | 22082 | 45,87 | 0,73 | 0,65 | 58731,1 | 0,23 | 0,20 | 57303 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2018_06_30 | 47098 | 97,8 | 1,73 | 1,66 | 65920,7 | 0,38 | 0,31 | 62487,0 | 2017_11_20 | 21431 | 44,52 | 1,31 | 0,95 | 59895,8 | 0,30 | 0,16 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2018_07_09 | 42845 | 89,0 | 2,00 | 2,88 | 138262,2 | 0,64 | 0,33 | 56984,5 | 2017_11_27 | 35414 | 73,57 | 1,11 | 0,91 | 64657,4 | 0,35 | 0,21 | 58755 | No Validas | Validas | Validas |
| 2018_07_11 | 46620 | 96,8 | 2,40 | 4,07 | 171652,4 | 0,53 | 0,41 | 66494,8 | 2017_12_06 | 18782 | 39,02 | 0,73 | 0,91 | 68840,5 | 0,20 | 0,27 | 57303 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2018_07_18 | 45834 | 95,2 | 1,60 | 3,04 | 168517,6 | 0,33 | 0,40 | 57302,5 | 2017_12_31 | 32790 | 68,12 | 1,67 | 1,28 | 65699,4 | 0,54 | 0,38 | 58873 | No Validas | Validas | No Validas |
| 2018_07_29 | 46992 | 97,6 | 1,98 | 3,37 | 103609,5 | 0,39 | 0,59 | 90511,8 | 2018_02_19 | 13073 | 27,16 | 1,10 | 1,46 | 59955,2 | 0,40 | 0,28 | 59079 | No Validas | Validas | No Validas |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|-------|----------|------|------|----------|------------|-------|-------|------|-------|----------|------|------|--------|------------|------------|------------|
| 2018_08_03 | 40559 | 84,3 | 3,10 | 2,54 | 73014,6 | 0,83 | 0,36 | 57753,6 | 2018_03_14 | 24209 | 50,29 | 0,27 | 2,79 | 140989,2 | 0,08 | 0,65 | 137046 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_08_10 | 46298 | 96,2 | 2,18 | 8,75 | 299843,9 | 0,42 | 1,12 | 158386,2 | 2018_04_15 | 16700 | 34,69 | 0,69 | 0,91 | 72686,0 | 0,27 | 0,35 | 60879 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2018_08_12 | 46791 | 97,2 | 2,75 | 9,52 | 259018,0 | 0,47 | 1,06 | 119092,3 | 2018_04_18 | 36852 | 76,56 | 0,68 | 1,44 | 70522,5 | 0,22 | 0,24 | 60721 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2018_08_19 | 46936 | 97,5 | 1,75 | 3,83 | 92632,8 | 0,31 | 0,65 | 78796,3 | 2018_04_27 | 27222 | 56,55 | 1,11 | 0,41 | 61148,5 | 0,41 | 0,09 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_08_21 | 43240 | 89,8 | 2,38 | 5,18 | 104731,6 | 0,66 | 0,85 | 76532,0 | 2018_05_06 | 34114 | 70,87 | 0,63 | 0,47 | 57657,1 | 0,22 | 0,26 | 57303 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2018_08_28 | 46979 | 97,6 | 1,91 | 6,09 | 140561,5 | 0,32 | 0,96 | 108970,7 | 2018_05_26 | 31341 | 65,11 | 0,83 | 0,90 | 61148,5 | 0,24 | 0,30 | 57303 | Validas | Validas | Validas |
| 2018_09_02 | 38574 | 80,1 | 1,48 | 4,17 | 98350,3 | 0,29 | 0,93 | 111274,5 | 2018_06_20 | 12688 | 26,36 | 1,43 | 2,27 | 63380,2 | 0,69 | 0,67 | 56238 | Validas | Validas | No Validas |
| 2018_09_04 | 41410 | 86,0 | 2,55 | 3,54 | 78664,4 | 0,56 | 0,75 | 76927,4 | 2018_07_02 | 24728 | 51,37 | 2,53 | 2,63 | 64183,3 | 0,57 | 1,11 | 76532 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_09_11 | 46452 | 96,5 | 1,65 | 6,06 | 169402,9 | 0,31 | 0,96 | 145671,6 | 2018_07_04 | 24504 | 50,90 | 2,78 | 3,02 | 59224,9 | 0,71 | 0,58 | 56558 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_09_15 | 42133 | 87,5 | 1,73 | 10,76 | 228215,8 | 0,34 | 1,69 | 177805,5 | 2018_07_07 | 30306 | 62,96 | 2,38 | 2,85 | 116169,5 | 0,97 | 3,64 | 272236 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_09_20 | 46005 | 95,6 | 2,07 | 8,53 | 223782,8 | 0,38 | 1,08 | 137972,7 | 2018_07_23 | 25178 | 52,30 | 1,50 | 1,81 | 88921,4 | 0,52 | 0,97 | 88070 | Validas | Validas | No Validas |
| 2018_09_22 | 46036 | 95,6 | 1,96 | 10,72 | 236708,2 | 0,34 | 1,42 | 155803,9 | 2018_07_25 | 27459 | 57,04 | 2,22 | 1,71 | 63761,3 | 0,70 | 0,62 | 59065 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_09_27 | 47133 | 97,9 | 1,93 | 10,20 | 310458,8 | 0,36 | 0,95 | 134477,6 | 2018_07_27 | 21968 | 45,64 | 2,15 | 9,21 | 328921,8 | 0,66 | 0,41 | 61263 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_09_29 | 41765 | 86,8 | 2,19 | 16,95 | 408559,8 | 0,41 | 1,44 | 171332,6 | 2018_08_01 | 13403 | 27,84 | 2,54 | 1,83 | 55724,0 | 0,53 | 0,38 | 58229 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_10_04 | 47175 | 98,0 | 1,97 | 9,14 | 282203,7 | 0,36 | 0,98 | 151589,0 | 2018_08_26 | 29261 | 60,79 | 2,74 | 5,78 | 134149,3 | 1,09 | 1,29 | 64885 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_10_06 | 46522 | 96,6 | 2,41 | 6,67 | 172301,5 | 0,42 | 1,20 | 161533,5 | 2018_09_08 | 14393 | 29,90 | 2,94 | 2,12 | 61326,4 | 0,50 | 0,32 | 58257 | Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_10_20 | 42048 | 87,4 | 1,10 | 0,86 | 60818,5 | 0,22 | 0,16 | 57302,5 | 2018_09_25 | 18308 | 38,03 | 1,07 | 10,87 | 232681,4 | 0,29 | 1,32 | 136744 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_10_22 | 42323 | 87,9 | 1,35 | 0,81 | 60111,2 | 0,28 | 0,14 | 57302,5 | 2018_10_13 | 20511 | 42,61 | 1,86 | 0,94 | 61316,4 | 0,50 | 0,19 | 57303 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_10_24 | 46977 | 97,6 | 1,54 | 0,75 | 58198,4 | 0,31 | 0,14 | 57302,5 | 2018_10_17 | 17783 | 36,94 | 1,29 | 1,32 | 58309,3 | 0,30 | 0,29 | 57303 | No Validas | No Validas | Validas |
| 2018_11_16 | 39060 | 81,1 | 0,76 | 1,03 | 144899,3 | 0,17 | 0,11 | 57302,5 | 2018_12_25 | 33736 | 70,08 | 0,44 | 2,70 | 155124,8 | 0,12 | 0,50 | 135540 | No Validas | No Validas | No Validas |
| 2018_11_18 | 41013 | 85,2 | 0,73 | 0,51 | 56275,4 | 0,17 | 0,14 | 57302,5 | 2018_12_27 | 30004 | 62,33 | 1,44 | 1,40 | 68906,0 | 0,30 | 0,23 | 60823 | Validas | Validas | Validas |
| media | | | 1,28 | 2,86 | 105807,8 | 0,28 | 0,48 | 79123,4 | | | | | | | | | | | | |
| mediana | | | 1,09 | 1,57 | 76750,0 | 0,25 | 0,33 | 66552,0 | | | | | | | | | | | | |
| std | | | 0,70 | 2,99 | 62976,3 | 0,12 | 0,44 | 31332,4 | | | | | | | | | | | | |
| M-0,75std | | | 0,75 | 0,62 | 58575,6 | 0,19 | 0,15 | 55624,1 | | | | | | | | | | | | |
| M+0,75std | | | 1,80 | 5,10 | 153040,0 | 0,37 | 0,80 | 102622,7 | | | | | | | | | | | | |

Anexo 2. Valores de reflectividad y desviación estándar de los APIs.

| API | Azul | Verde | Rojo | NIR | SWIR1 | SWIR2 | Azul (std) | Verde (std) | Rojo (std) | NIR (std) | SWIR1 (std) | SWIR2 (std) | Landcover | Nombre |
|-----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|-----------|--|
| 0 | 347,0 | 687,0 | 605,0 | 3339,0 | 2293,0 | 1052,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 1 | 350,0 | 604,0 | 644,0 | 2192,0 | 1745,0 | 1115,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 2 | 347,0 | 687,0 | 605,0 | 3339,0 | 2293,0 | 1052,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 3 | 251,0 | 423,0 | 471,0 | 1199,0 | 1258,0 | 742,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 4 | 269,0 | 553,0 | 575,0 | 2593,0 | 2012,0 | 900,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 5 | 269,0 | 553,0 | 575,0 | 2593,0 | 2012,0 | 900,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 6 | 269,0 | 553,0 | 575,0 | 2593,0 | 2012,0 | 900,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 7 | 260,0 | 460,0 | 480,0 | 1926,0 | 1502,0 | 722,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|
| | | | | | | | | | | | | | | occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 8 | 240,0 | 433,0 | 455,0 | 1962,0 | 1510,0 | 682,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 9 | 240,0 | 433,0 | 455,0 | 1962,0 | 1510,0 | 682,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 10 | 312,0 | 748,0 | 601,0 | 3696,0 | 2671,0 | 1344,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12 | Agricultural areas; arable land; permanently irrigated land |
| 11 | 312,0 | 748,0 | 601,0 | 3696,0 | 2671,0 | 1344,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12 | Agricultural areas; arable land; permanently irrigated land |
| 12 | 279,0 | 695,0 | 500,0 | 3991,0 | 2426,0 | 1135,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; agro-forestry areas |
| 13 | 253,0 | 527,0 | 486,0 | 2721,0 | 2411,0 | 1232,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 14 | 253,0 | 527,0 | 486,0 | 2721,0 | 2411,0 | 1232,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 15 | 253,0 | 527,0 | 486,0 | 2721,0 | 2411,0 | 1232,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 16 | 266,0 | 718,0 | 504,0 | 4033,0 | 2679,0 | 1220,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12 | Agricultural areas; arable land; permanently irrigated land |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| 17 | 266,0 | 718,0 | 504,0 | 4033,0 | 2679,0 | 1220,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12 | Agricultural areas; arable land; permanently irrigated land |
| 18 | 279,0 | 695,0 | 500,0 | 3991,0 | 2426,0 | 1135,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; agro-forestry areas |
| 19 | 200,0 | 294,9 | 217,4 | 418,8 | 376,1 | 200,6 | 87,0 | 100,8 | 103,3 | 228,4 | 192,8 | 141,6 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 20 | 279,0 | 590,0 | 580,0 | 2679,0 | 2471,0 | 1355,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 21 | 287,0 | 600,0 | 597,0 | 2617,0 | 2594,0 | 1452,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 22 | 287,0 | 600,0 | 597,0 | 2617,0 | 2594,0 | 1452,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 23 | 192,8 | 288,7 | 206,9 | 314,0 | 281,5 | 130,0 | 85,5 | 106,9 | 113,4 | 208,8 | 168,6 | 128,6 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 24 | 191,0 | 277,9 | 196,8 | 308,7 | 295,3 | 153,0 | 99,7 | 113,7 | 117,2 | 206,8 | 174,1 | 135,1 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 25 | 188,0 | 371,0 | 345,0 | 1794,0 | 1162,0 | 515,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 26 | 187,0 | 373,0 | 341,0 | 1344,0 | 1070,0 | 489,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|--------|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| 27 | 251,7 | 630,3 | 427,3 | 3877,0 | 1600,3 | 633,3 | 35,5 | 65,3 | 57,2 | 203,4 | 118,7 | 68,0 | 24 | Forest and semi natural areas; forests; mixed forest |
| 28 | 191,6 | 385,3 | 350,1 | 1640,1 | 1196,6 | 541,7 | 55,7 | 85,1 | 109,7 | 259,3 | 175,5 | 156,6 | 18 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; annual crops associated with permanent crops |
| 29 | 236,1 | 400,7 | 398,7 | 1153,0 | 884,9 | 501,6 | 76,1 | 106,7 | 127,1 | 223,8 | 225,6 | 159,9 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 30 | 236,1 | 400,7 | 398,7 | 1153,0 | 884,9 | 501,6 | 76,1 | 106,7 | 127,1 | 223,8 | 225,6 | 159,9 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 31 | 221,7 | 533,0 | 503,0 | 3266,7 | 2201,3 | 938,7 | 30,4 | 13,1 | 98,0 | 243,9 | 206,2 | 142,4 | 20 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation |
| 32 | 221,7 | 533,0 | 503,0 | 3266,7 | 2201,3 | 938,7 | 30,4 | 13,1 | 98,0 | 243,9 | 206,2 | 142,4 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 33 | 156,0 | 460,5 | 289,5 | 3537,8 | 1771,5 | 661,3 | 40,9 | 70,9 | 100,6 | 226,9 | 288,4 | 188,4 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 34 | 209,3 | 538,8 | 372,5 | 3755,0 | 1942,3 | 771,8 | 14,4 | 25,2 | 55,8 | 134,3 | 211,8 | 158,8 | 29 | Forest and semi natural areas; open spaces with little or no vegetation; beaches, dunes, sands |
| 35 | 165,0 | 325,7 | 220,0 | 1936,0 | 1055,0 | 338,0 | 23,5 | 43,6 | 47,3 | 187,7 | 28,7 | 93,6 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 36 | 118,0 | 299,0 | 214,0 | 2175,0 | 1150,0 | 433,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 37 | 146,0 | 342,0 | 245,0 | 2575,0 | 1454,0 | 570,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 38 | 201,0 | 366,0 | 459,0 | 1375,0 | 1934,0 | 992,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------|------|------|-------|-------|-------|----|--|
| 39 | 200,0 | 359,0 | 411,0 | 1362,0 | 1397,0 | 867,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 40 | 200,0 | 359,0 | 411,0 | 1362,0 | 1397,0 | 867,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 41 | 115,3 | 394,5 | 222,5 | 3378,5 | 1594,8 | 562,3 | 21,6 | 42,6 | 30,6 | 188,3 | 93,6 | 48,6 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 42 | 190,3 | 517,5 | 360,5 | 3739,0 | 1967,8 | 798,0 | 22,9 | 30,4 | 57,3 | 176,2 | 182,4 | 106,8 | 29 | Forest and semi natural areas; open spaces with little or no vegetation; beaches, dunes, sands |
| 43 | 234,0 | 578,7 | 406,3 | 4034,7 | 2235,3 | 839,3 | 14,1 | 36,4 | 40,6 | 114,2 | 113,5 | 57,5 | 29 | Forest and semi natural areas; open spaces with little or no vegetation; beaches, dunes, sands |
| 44 | 234,0 | 578,7 | 406,3 | 4034,7 | 2235,3 | 839,3 | 14,1 | 36,4 | 40,6 | 114,2 | 113,5 | 57,5 | 29 | Forest and semi natural areas; open spaces with little or no vegetation; beaches, dunes, sands |
| 45 | 118,0 | 299,0 | 214,0 | 2175,0 | 1150,0 | 433,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 46 | 207,0 | 502,0 | 431,0 | 3174,0 | 2071,0 | 894,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 47 | 380,0 | 655,0 | 852,0 | 2713,0 | 3383,0 | 1666,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 18 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; annual crops associated with permanent crops |
| 48 | 219,0 | 341,0 | 435,0 | 1317,0 | 1637,0 | 941,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 49 | 294,0 | 724,0 | 570,0 | 4029,0 | 2595,0 | 1155,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 18 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; annual crops associated with permanent crops |
| 50 | 240,0 | 579,0 | 449,0 | 3228,0 | 2068,0 | 944,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 18 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; annual crops associated with permanent crops |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|--------|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| 51 | 240,0 | 579,0 | 449,0 | 3228,0 | 2068,0 | 944,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 52 | 254,0 | 698,0 | 480,0 | 4447,0 | 2253,0 | 890,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 18 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; annual crops associated with permanent crops |
| 53 | 213,0 | 639,0 | 387,0 | 4376,0 | 2282,0 | 895,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 18 | Agricultural areas; heterogeneous agricultural areas; annual crops associated with permanent crops |
| 54 | 213,0 | 639,0 | 387,0 | 4376,0 | 2282,0 | 895,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | Forest and semi natural areas; forests; coniferous forest |
| 55 | 196,9 | 317,5 | 298,0 | 977,4 | 789,5 | 394,0 | 60,4 | 77,5 | 86,6 | 229,5 | 144,9 | 109,8 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 56 | 216,0 | 318,7 | 302,5 | 672,0 | 650,6 | 340,8 | 91,7 | 116,8 | 121,3 | 263,2 | 216,9 | 154,5 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 57 | 187,4 | 288,2 | 261,7 | 707,2 | 565,1 | 246,4 | 65,8 | 85,4 | 95,8 | 219,2 | 169,8 | 141,6 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 58 | 187,4 | 288,2 | 261,7 | 707,2 | 565,1 | 246,4 | 65,8 | 85,4 | 95,8 | 219,2 | 169,8 | 141,6 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 59 | 215,7 | 341,8 | 334,7 | 1603,3 | 1227,2 | 597,2 | 50,1 | 78,1 | 95,9 | 264,7 | 130,5 | 156,2 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 60 | 227,2 | 381,0 | 339,4 | 1606,8 | 1108,4 | 420,4 | 26,8 | 53,0 | 76,1 | 244,5 | 119,7 | 101,8 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |
| 61 | 227,2 | 381,0 | 339,4 | 1606,8 | 1108,4 | 420,4 | 26,8 | 53,0 | 76,1 | 244,5 | 119,7 | 101,8 | 41 | Water bodies; marine waters; coastal lagoons |