

Metadato del Mapa de Coberturas del Suelo del Estado de Querétaro al año base 2016 Versión 1.1

1. Introducción

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) busca fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Para lograr estos compromisos se deben implementar instrumentos de política forestal adecuados. En el **Artículo 34** de la LGDFS indica que el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal es un instrumento de la política nacional en materia forestal y el **Artículo 4 transitorio** de la LGDFS mandata a la CONAFOR a diseñar e implementará el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF).

Uno de los componentes del SNMF es el **Sistema Satelital de Monitoreo Forestal (SAMOF)** el cual está diseñado para generar información geoespacial de la cobertura del suelo y de cambio en la cobertura del suelo.

En este contexto, el Sistema SAMOF tiene como objetivo generar información espacialmente explícita con mayor resolución espacial y temporal de la dinámica de la cobertura forestal del país en apoyo a las actividades sustantivas a cargo de la institución.

2. Enfoque del sistema SAMOF

La estrategia en el desarrollo de los productos de SAMOF consistió en el desarrollo de un Mapa de Cobertura del Suelo (MCS) de muy alta calidad con una resolución temática de 36 clases y una Unidad Mínima Mapeable de 1 ha, una escala de representación 1:75,000, elaborado con imágenes del sensor OLI de Landsat 8 tomadas durante el año 2016 y con una precisión o exactitud temática mayor a 80% a nivel de las 37 clases y de 90% a nivel de las clases para reporte ante el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Se genera un mapa base o de referencia al año base 2016 (MCS 2016) en el cual se han validado

los segmentos generados en el procesamiento de las imágenes Landsat 8 adquiridas para ese año.

Este MCS 2016 es la referencia sobre la que se adicionaron o sustrajeron las capas de cambios de cambios obtenidas en los Mapas de Cambio de Cobertura de Suelo (MCCS) para actualizar los MCS previos y posteriores al año 2016 (ver Figura 2). Los mapas de cambio de cobertura del suelo (MCCS) se generan comparando imágenes satelitales indicando los objetos que tienen un comportamiento radiométrico diferente en el período analizado los cuales se marcan como cambios potenciales. Estos polígonos se validan y se asigna una dirección de cambio. De esta manera se logra reconstruir un mapa de cobertura del suelo para períodos previos al 2016 o se actualizan los MCS para años subsecuentes al 2016. Por ejemplo, al mapa base del año 2016 se suman los polígonos de cambio de cobertura detectados en el período 2014-2016 generando una reconstrucción del mapa de cobertura del suelo al año 2014.

Los períodos de cambio de cobertura fueron definidos con base a la disponibilidad de imágenes Landsat 5, 7 y 8 en términos de completitud y coherencia; así como con base a los requerimientos mínimos para la elaboración de los niveles de referencia sub-nacionales y nacional. Los periodos elegidos para la elaboración de los MCCS fueron 2000-2003, 2003-2011, 2011-2014, 2014-2016 y 2016-2020.

3. Versiones del Mapa de Referencia Mapa de Cobertura del suelo al año base 2016

Cada vez que se genera un mapa de cambio de cobertura se genera una retroalimentación al mapa base 2016 por lo tanto éste mapa contará con nuevas actualizaciones a las cuales llamamos versiones del mapa.

Mapa de Cobertura del Suelo 2016 Versión 1.0: Se obtiene en forma automatizada a partir del Uso del MAD-MEX versión CONAFOR, es la Clase SAMOF sugerida a partir de la aplicación de la herramienta de procesamiento digital de imágenes o dato crudo de clasificación. La herramienta MAD-MEX versión CONAFOR, usa el algoritmo de clasificación de Cobertura del Suelo See5 y un segmentador de imágenes desarrollado por la Universidad de Berkeley. Los insumos principales son

las imágenes Landsat adquiridas en el año 2016 con un nivel de procesamiento LA1 generadas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), el continuo de elevación de México generado por el INEGI en su Versión 1.0 y áreas de entrenamiento del Mapa de Referencia 2015 de la SEMARNAT.

Mapa de Cobertura del Suelo 2016 Versión 1.1: Corresponde al Mapa de cobertura del suelo al año base 2016 crudo o versión 1.0 al cual se le ha realizado un post procesamiento de las etiquetas. El post procesamiento consiste en que consultores expertos han revisado las etiquetas sugeridas por el modelo y las han validado o corregido. Los consultores se basan en la interpretación visual de las imágenes Geomedias (imágenes sintéticas generadas a partir del comportamiento promedio anual de cada uno de los píxeles de las imágenes consideradas para dicho año) de la cual se deriva la segmentación, además del uso de otros insumos para verificar que la etiqueta asignada de forma automatizada es la correcta, en caso de ser incorrecta el intérprete procede a corregir dicha etiqueta basándose en información adicional. La versión 1.1 en forma general en la versión 1.0 más un nivel de post-procesamiento.

Mapa de Cobertura del Suelo 2016 Versión 1.2: Corresponde al Mapa de cobertura del suelo al año base 2016 crudo o versión 1.1 al cual se afina o mejora con las aportaciones realizadas por los mapas de cambio de cobertura del suelo de los períodos 2000-2003, 2003-2011, 2011-2014 y 2014-2016. Los Mapas de Cambio de cobertura del suelo se realizan con la herramienta MAD-MEX versión CONAFOR comparando las Geomedias obtenidas para cada año del período marcando polígonos potenciales de cambio de cobertura del suelo los cuales son post procesados por expertos en interpretación visual marcando si realmente son cambios de cobertura o permanencias y para el caso de ser marcados como cambio de cobertura se interpreta la dirección del cambio. Estas etiquetas retroalimentan el mapa de referencia 2016 versión 1.1. Todos los mapas de cambio de cobertura se unen al mapa de cobertura del suelo. En el proceso se valida la consistencia temporal de cada polígono o diacronía y en algunos casos pueden ocurrir choques de clase que son revisados y validados en una nueva revisión generando una corrección de etiquetas tanto en el mapa de cobertura como en la dirección de cambio de los mapas integrados. Este proceso puede ratificar la etiqueta existente del mapa de cobertura

del suelo al año base 2016 en la versión 1.1 o mejorarla generando un mapa de cobertura del suelo al año base 2016 versión 1.2.

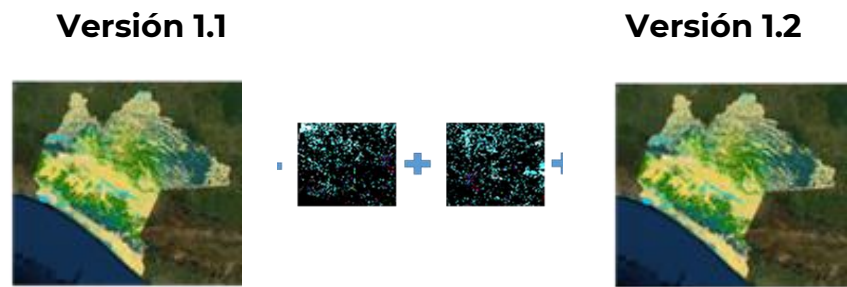


Figura 1. Diagrama ilustrativo de la versión 1.2 de los mapas de Cobertura del Suelo 2016.

Es importante destacar que las versiones actualizadas afectan a la versión publicada en una superficie menor al 2%.

4. Descripción y características técnicas del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Querétaro al año base 2016 Versión 1.1

A continuación, se detallan los aspectos técnicos relacionados al Mapa de Cobertura del suelo al año base 2016 en su versión 1.2 publicada en enero 2024. Se presenta información general del mapa en el cuadro 1, información de la tabla de atributos en el cuadro 2 e información técnica del alcance del producto en el cuadro 3.

Cuadro 1. Información general del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Querétaro al año base 2016 versión 1.1

Requerimientos	Detalle
Título	Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Querétaro al año base 2016 versión 1.1
Autor del metadato	Gerencia Técnica del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (GTSMRV) y la Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (GSNMF) – Responsable de Datos de Actividad

Nombre de la organización	COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR)
Persona de Contacto	Biol. Rafael Mayorga Saucedo Gerente del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación rafael.mayorga@conafor.gob.mx
Resumen/Descripción:	Conjunto de datos espaciales de localización de la cobertura del suelo del año 2016 versión 1.1 para el Estado de Querétaro.
Propósito	Planeación y gestión de recursos del gobierno del Estado de Querétaro. Inventarios de recursos forestales a nivel estatal.
Palabras clave	Inventario forestal, monitoreo forestal, cobertura de suelo, GEI, IEEGYCEI, IRE, SAMOF, MADMEX, Mapas de Querétaro
Idioma	Español
Declaración de calidad de datos	Reporte de exactitud temática general en proceso Compleitud 100% Posicionamiento y Geometría $\pm 30m$.
Restricciones de acceso	Ninguna (uso público)
Otras restricciones	Ninguna
Versión	1.1
Fecha de publicación	15 julio 2024
Frecuencia de actualización	Cada 2 años
Información adicional	Otras organizaciones de apoyo que intervinieron en la realización y/o retroalimentación del mapa de Cobertura 2016: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS)
Forma de citar	CONAFOR, 2024. Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Querétaro al año base 2016 versión 1.1 México, Comisión Nacional Forestal

Cuadro 2. Estructura de la tabla de atributos del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Querétaro al año base 2016 versión 1.1

ID	Nombre de la Columna	Característica	Descripción
1	FID	Object ID	Identificador del objeto
2	SHAPE	Geometría	Tipo de forma representada polígonos
3	ID	Numérico, doble	Identificador único de cada registro
4	ÁREAm2	Numérico, doble	Valor de la superficie de cada objeto o registro [m2]
5	ID_SAMOF*	Numérico, entero corto	Clase de cobertura del suelo según tabla anexa
6	DESC_SAMOF	Texto 80 caracteres	Descripción de la clase de cobertura del suelo a nivel SAMOF. Ver leyenda que se anexa
7	ID_IPCC	Numérico, entero corto	Clase de cobertura del suelo a nivel de IPCC según tabla anexa
8	CVE_IPCC	Texto 4 caracteres	Abreviación en texto de la clase IPCC.
9	DESC_IPCC	Texto 80 caracteres	Descripción de la clase de cobertura del suelo a nivel IPCC. Ver leyenda que se anexa

*Use este campo para aplicar la paleta de colores MC2026V11_Mx_QUE.lyr

Cuadro 3. Características técnicas del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Querétaro al año base 2016 versión 1.1

Características Técnicas	
Tipo de datos	Vectorial, polígonos
Formato	Shapefile
Nombre del archivo	MC2016v11_MX_QUE
Número de polígonos	128,627
Volumen de información y fecha de archivo	20.6 MB en formato comprimido ZIP el 25 de julio de 2024
Proyección cartográfica	Cónica Conforme de Lambert - Datum WGS84 (EPSG:6372)
Parámetros	meridiano central: -102°
	paralelo estándar 1: 17.5°
	paralelo estándar 2: 29.5°
	latitud de origen: 12°
	falso norte: 0 m
	falso este: 2'500,000 m

Sistema Geodésico de Referencia	D_WGS_1984
Unidad Mínima Mapeable	1 ha
Escala	1: 75,000
Resolución temática	20 de 37 clases posibles (32 clasificadas y 5 en post-procesamiento)
Unidades del mapa	1.0 m
Extensión	<p>Coordenadas en Proyección Cónica Conforme de Lambert (EPSG:6372) Norte: 1075600.577543 m Este: 2805628.043954 m Sur: 891649.103454 m Oeste: 2645568.092131 m</p> <p>Coordenadas geográficas en grados decimales (EPSG: 4326) Norte: 21.689258° Este: -99.032305° Sur: 19.998740° Oeste: -100.603746°</p>
Superficie reportada**	1'158,926.75 ha de acuerdo con el Marco Geoestadístico Nacional 2016 (MGN2016) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Insumos***	1. Compuesto (Geomedia) derivado del promedio de la Serie de tiempo de imágenes Landsat 8 del año 2016, 2. Áreas de entrenamiento derivadas del Mapa de referencia 2015 derivado de Rapid Eye (CONABIO, SEMARNAT, 2015), 3. Continuo de elevación de V1.0 (INEGI) 4. Índice de cubrimiento Landsat descendente 5. Marco Geoestadístico (INEGI, 2016) 6. Serie VI de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, (INEGI, 2014) 7. Frontera agrícola (SIAP) 8. Inventario de Manglares de (CONABIO) 9. Plantaciones Forestales Comerciales, (CONAFOR, 2018) 10. Carta topográfica digital 1: 50,000 (INEGI) 11. Continuo de carreteras (SCT)
Procesamiento****	<p>Generación de compuesto para el año 2016, (Geomedia) Basado en las imágenes Landsat 8 adquiridas durante cada año.</p> <p>Generación del Mapa base 2016:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Segmentación de la Geomedia basada en el segmentador de Berkeley • Clasificación supervisada basada en árboles de decisión con See5 • Integración, segmentación y clasificación • Re-proyección a Cónica Conforme de Lambert • Mosaico de los "tile_id" de Landsat

	<ul style="list-style-type: none"> Proceso de eliminación de superficies menores a 1 ha Post procesamiento del mapa de referencia o mapa base 2016
Validación del producto	Ing. Carmen Lourdes Meneses Tovar Responsable de datos de actividad de la GTSMRV

Cuadro 4. Leyenda del Mapa de Cobertura del Suelo

CLASE SAMOF	DESCRIPCIÓN SAMOF	CLASE IPCC	DESCRIPCIÓN IPCC
1	1. Bosque de Coníferas de Altura (BA, BB y BS)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
2	2. Bosque de Coníferas (BP, BPQ, BJ y MJ)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
3	3. Bosque de Encino-Galería (BQ, BQP y BG)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
5	5. Mezquital y Matorral Submontano (MK, MKE y MSM)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
6	6. Bosque Cultivado e Inducido (BC y BI)	11	11. Tierras Forestales, Antrópicas (Forest Land, FL)
7	7. Bosque Mesófilo y Selva Baja Perennifolia (BM y SBP)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
8	8. Selva Baja y Mediana Subperennifolia (SBQ, SBQP, SMQ, SG y VPN)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
10	10. Selva Mediana y Alta Perennifolia (SAP y SMP)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
12	12. Selva Baja Caducifolia Subcaducifolia (SBC, SBK, SBS, MST y VPI)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
13	13. Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia (SMC y SMS)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
14	14. Mezquital Xerófilo y Vegetación de Galería (MKX y VG)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
15	15. Matorral Crasicaule (MC)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
21	21. Matorral Desértico Micrófilo y Rosetófilo (MDM y MDR)	3	3. Praderas Naturales (Grass Land, GL)
28	28. Pastizales Naturales (PN, PY, PH, VW, VS y VSI)	3	3. Praderas Naturales (Grass Land, GL)
29	29. Tierras Agrícolas Cultivos Anuales (T, R y H)	2	2. Tierras Agrícolas (Crop Land, CL)
30	30. Urbano y Construido (ZU y AH)	5	5. Asentamiento Humano (Settlement Land, SL)
31	31. Suelo Desnudo (ADV y DV)	6	6. Otras Tierras (Other Land, OL)
32	32. Cuerpo de Agua Natural (H2O)	4	4. Cuerpos de Agua (Wet Land, WL)
280	280. Pastizales Cultivados e Inducidos (PC y PI)	33	33. Praderas Inducidas (Grass Land, GL)
290	290. Tierras Agrícolas Cultivos Perennes (T, R y H)	22	22. Tierras Agrícolas, Cultivos Perennes (Crop Land Perennial, CL)

Cuadro 5. Clases INEGI de Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI (CUSV-SVI) (tabla de referencia)

Clases INEGI	Descripción	Clases INEGI	Descripción	Clases INEGI	Descripción
ACUI	Acuícola	MKE	Mezquital Tropical	SBS	Selva Baja Subcaducifolia
ADV	Desprovisto de Vegetación	MKX	Mezquital Desértico	SG	Selva de Galería
AH	Asentamientos Humanos	ML	Chaparral	SMC	Selva Mediana Caducifolia
BA	Bosque de Oyamel	MRC	Matorral Rosetófilo Costero	SMP	Selva Mediana Perennifolia
BB	Bosque de Cedro	MSC	Matorral Sarcocaula	SMQ	Selva Mediana Subperennifolia
BC	Bosque Cultivado	MSCC	Matorral Sarco-Crasicaule	SMS	Selva Mediana Subcaducifolia
BG	Bosque de Galería	MSM	Matorral Submontano	TA	Agricultura de Temporal
BI	Bosque Inducido	MSN	Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina	VA	Popal
BJ	Bosque de Tásate	MST	Matorral Subtropical	VD	Vegetación de Desiertos Arenosos
BM	Bosque Mesófilo de Montaña	PC	Pastizal Cultivado	VG	Vegetación de Galería
BP	Bosque de Pino	PH	Pastizal Halófilo	VH	Vegetación Halófila Xerófila
BPQ	Bosque de Pino-Encino	PI	Pastizal Inducido	VHH	Vegetación Halófila Hidrófila
BQ	Bosque de Encino	PN	Pastizal Natural	VM	Manglar
BQP	Bosque de Encino-Pino	PT	Vegetación de Petén	VPI	Palmar Inducido
BS	Bosque de Ayarín	PY	Pastizal Gipsófilo	VPN	Palmar Natural
DV	Sin Vegetación Aparente	RA	Agricultura de Riego	VS	Sabana
H2O	Cuerpo de Agua	SAP	Selva Alta Perennifolia	VSI	Sabanoide
HA	Agricultura de Humedad	SAQ	Selva Alta Subperennifolia	VT	Tular
MC	Matorral Crasicaule	SBC	Selva Baja Caducifolia	VU	Vegetación de Dunas Costeras
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	SBK	Selva Baja Espinosa Caducifolia	VW	Pradera de Alta Montaña
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	SBP	Selva Baja Perennifolia	VY	Vegetación Gipsófila
MET	Matorral Espinoso Tamaulipeco	SBQ	Selva Baja Espinosa Subperennifolia	ZU	Zona Urbana
MK	Bosque de Mezquite	SBQP	Selva Baja Subperennifolia		

5. Evaluación de exactitud temática del mapa de cobertura del suelo (en proceso)

6. Referencias

Cochran, W. G. (1977). Sampling techniques. New York, NY: Wiley.

Pontus Olofsson et al. "Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change". ELSEVIER - Remote Sensing of Environments 1 148 (2014) 42 – 57

Pontus Olofsson et al. "Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation". ELSEVIER - Remote Sensing Environment 1 129 (2013) 122-131

Stephen V. Stehman (2014) "Estimating area and map accuracy for stratified random sampling when the strata are different from the map classes. International Journal of Remote Sensing, 35:13, 4923-4939