



Perfil Profesional y Descripción Técnica:

## **ESPECIALISTA SIG/CARBONO MONITOREO SATELITAL Y CAPTURA**

Experto en Teledetección y Mercados de Carbono:

- Sistemas de Información Geográfica (SIG)
- Teledetección Satelital Multi-temporal
- Metodologías IPCC para Captura de Carbono
  - Mercados Internacionales de Carbono
  - Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

Macroproyecto Renacimiento Ganadero Maya

Yucatán 2026-2030

Mérida, Yucatán, 28 de noviembre de 2025

SADER REPRESENTACIÓN ESTATAL YUCATÁN

Subdelegación Agropecuaria

Código: ESP-SIG-CB-007

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER)

## **Contenido**

## **Índice**

<b>1. Caracterización Institucional del Puesto</b>	<b>3</b>
1.1. Identificación Administrativa . . . . .	3
1.2. Contexto Programático Específico . . . . .	3
<b>2. Responsabilidades Principales</b>	<b>3</b>
2.1. Sistemas de Información Geográfica . . . . .	3
2.2. Teledetección Satelital . . . . .	4
2.3. Captura y Almacenamiento de Carbono . . . . .	4
<b>3. Perfil del Puesto</b>	<b>5</b>
3.1. Requisitos Académicos y Experiencia . . . . .	5
3.2. Competencias Técnicas Específicas . . . . .	6
<b>4. Indicadores de Desempeño</b>	<b>6</b>
<b>5. Metodología de Trabajo</b>	<b>6</b>
5.1. Protocolo de Monitoreo Satelital . . . . .	6
5.2. Cronograma Anual de Actividades . . . . .	7
<b>6. Coordinación Técnica</b>	<b>8</b>
<b>7. Infraestructura Tecnológica</b>	<b>8</b>
7.1. Equipamiento Especializado . . . . .	8
<b>8. Condiciones Laborales</b>	<b>8</b>
8.1. Condiciones Específicas . . . . .	8
<b>9. Productos Esperados</b>	<b>9</b>
9.1. Entregables Especializados . . . . .	9

## 10. Conclusiones Técnicas

9

# 1. Caracterización Institucional del Puesto

## 1.1. Identificación Administrativa

Cuadro 1: Datos Generales del Especialista SIG/Carbono

Campo	Especificación Técnica
Denominación oficial	Especialista SIG/Carbono - Monitoreo y Verificación
Código de identificación	ESP-SIG-CB-007
Dependencia jerárquica	Jefe de Programa de Producción Pecuaria Sustentable
Línea de reporte directo	Coordinación técnica directa con Jefe de Programa
Ámbito territorial	Estado de Yucatán (6,000 ha SSPi, 765,000 ton CO <sub>2</sub> eq)
Categoría de plaza	Especialista técnico nivel TC-14 tabulador SADER
Salario anual	\$480,000 MXN (financiado vía FOFAY)
Especialización primaria	Teledetección, SIG y metodologías IPCC de carbono

## 1.2. Contexto Programático Específico

Este puesto altamente especializado coordina el monitoreo satelital integral del Macroproyecto y lidera la cuantificación científica de servicios ecosistémicos, especialmente la captura de 765,000 toneladas CO<sub>2</sub>eq en sistemas silvopastoriles intensivos. La posición desarrolla e implementa protocolos de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) conforme a estándares internacionales IPCC, coordina la comercialización en mercados voluntarios de carbono y garantiza la transparencia científica de los beneficios ambientales del programa de \$814.9 millones MXN mediante tecnologías geoespaciales avanzadas.

# 2. Responsabilidades Principales

## 2.1. Sistemas de Información Geográfica

### 1. Plataforma SIG Integral del Macroproyecto:

- Desarrollar geodatabase centralizada de 120 UPP participantes
- Implementar sistema de monitoreo en tiempo real vía web
- Georeferenciar todas las intervenciones por componente
- Integrar datos de sensores remotos multiespectrales

- Coordinar actualización cartográfica continua
- Generar dashboards ejecutivos para toma de decisiones
- Mantener interoperabilidad con sistemas SADER/SIAP

## 2. Cartografía Especializada:

- Elaborar mapas base de cobertura y uso del suelo
- Generar cartografía de cambios de cobertura multi-temporal
- Producir mapas de biomasa aérea y subterránea
- Desarrollar mapas de servicios ecosistémicos cuantificados
- Crear productos cartográficos para mercados de carbono
- Elaborar atlas técnico del macroproyecto

### 2.2. Teledetección Satelital

#### 3. Monitoreo Multi-temporal por Sensores Remotos:

- Procesar imágenes Landsat 8/9 y Sentinel-2 mensuales
- Implementar índices de vegetación (NDVI, EVI, SAVI)
- Calcular biomasa mediante ecuaciones alométricas satelitales
- Detectar cambios de cobertura mediante análisis multi-temporal
- Monitorear establishment de *Leucaena leucocephala* por pixel
- Evaluar degradación/recuperación de pastizales
- Validar con mediciones terrestres (ground truth)

#### 4. Procesamiento de Imágenes Especializadas:

- Corrección radiométrica y atmosférica de imágenes
- Clasificación supervisada de coberturas vegetales
- Análisis de series temporales de índices espectrales
- Detección de anomalías y cambios abruptos
- Fusión de datos multisensor (óptico + radar)
- Generación de productos derivados especializados

### 2.3. Captura y Almacenamiento de Carbono

#### 5. Metodologías IPCC para Cuantificación:

- Implementar metodología IPCC 2019 para sistemas agroforestales

- Calcular factores de emisión específicos por región
- Cuantificar carbono en biomasa aérea, subterránea y suelo
- Establecer línea base y escenario de referencia
- Monitorear incremento anual de reservas de carbono
- Documentar adicionalidad y permanencia del proyecto
- Coordinar verificación por tercera parte independiente

## 6. Mercados Internacionales de Carbono:

- Desarrollar Documento de Diseño de Proyecto (PDD)
- Coordinar con estándares VCS, Gold Standard, Plan Vivo
- Gestionar proceso de validación y registro internacional
- Implementar sistema MRV (Monitoreo, Reporte, Verificación)
- Coordinar auditorías independientes anuales
- Facilitar comercialización de créditos de carbono

## 3. Perfil del Puesto

### 3.1. Requisitos Académicos y Experiencia

Cuadro 2: Requisitos del Especialista SIG/Carbono

Requisito	Detalle
Formación académica	Ingeniero Geógrafo, Biólogo o Forestal con especialización en SIG. Maestría en teledetección, cambio climático o servicios ecosistémicos
Experiencia mínima	5 años en teledetección, 3 años en proyectos de carbono o REDD+
Conocimientos indispensables	SIG avanzado, procesamiento de imágenes satelitales, metodologías IPCC, mercados de carbono, estadística espacial
Certificaciones obligatorias	Certificación en software SIG profesional (ArcGIS/QGIS), metodologías IPCC
Idiomas	Inglés avanzado (literatura científica y mercados internacionales)
Habilidades técnicas	Programación en Python/R, bases de datos espaciales, modelación espacial, análisis multivariado
Disponibilidad	60 % oficina técnica, 40 % campo para validación

### 3.2. Competencias Técnicas Específicas

#### Competencias obligatorias:

- Manejo avanzado de ArcGIS Pro/QGIS y ENVI/ERDAS
- Procesamiento de imágenes Landsat, Sentinel, MODIS
- Metodologías IPCC 2019 para AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use)
- Estándares internacionales de carbono (VCS, Gold Standard)
- Programación en Python para procesamiento automatizado
- Análisis estadístico espacial y series temporales

#### Competencias deseables:

- Experiencia en proyectos REDD+ o Mecanismo de Desarrollo Limpio
- Manejo de Google Earth Engine y plataformas cloud
- Conocimientos en LiDAR y fotogrametría con drones
- Modelación de carbono con herramientas especializadas
- Experiencia en mercados voluntarios de carbono
- Certificación en auditoría de proyectos ambientales

## 4. Indicadores de Desempeño

Cuadro 3: Métricas del Especialista SIG/Carbono

Indicador	Meta	Frecuencia
Hectáreas monitoreadas vía SIG	6,000 ha	Permanente
Toneladas CO <sub>2</sub> eq cuantificadas	153,000/año	Anual
Mapas actualizados	12/año	Mensual
Imágenes procesadas	24/año	Mensual
Precisión clasificación cobertura	≥90 %	Semestral
Reportes MRV elaborados	4/año	Trimestral
Créditos carbono verificados	765,000 tot	Quinquenal
Dashboard actualizado	365/año	Diario

## 5. Metodología de Trabajo

### 5.1. Protocolo de Monitoreo Satelital

#### Fase 1: Adquisición y Preprocesamiento

- Descarga automatizada de imágenes Landsat/Sentinel
- Corrección atmosférica mediante algoritmos Sen2Cor/LaSRC
- Construcción de composites libres de nubes mensuales
- Calibración radiométrica y georreferenciación precisa
- Control de calidad y validación de productos

#### **Fase 2: Procesamiento y Análisis**

- Cálculo de índices de vegetación especializados
- Clasificación de coberturas mediante machine learning
- Análisis de cambios multi-temporales (LandTrendr, BFAST)
- Estimación de biomasa mediante ecuaciones alométricas
- Cuantificación de carbono por reservorio (áereo/subterráneo/suelo)

#### **Fase 3: Validación y Verificación**

- Validación con datos de campo (ground truth)
- Análisis de incertidumbre y propagación de errores
- Verificación cruzada con inventarios forestales
- Auditoría por terceras partes independientes
- Documentación conforme estándares internacionales

### **5.2. Cronograma Anual de Actividades**

#### **Enero-Marzo (Línea Base):**

- Actualización línea base de carbono
- Procesamiento imágenes época seca
- Elaboración reporte anual MRV
- Planificación auditoría externa

#### **Abril-Junio (Establishment):**

- Monitoreo establishment SSPi intensivo
- Validación de campo systematic a
- Actualización cartografía de avances
- Calibración modelos biomasa

#### **Julio-Septiembre (Desarrollo):**

- Monitoreo crecimiento vegetal época lluvias
- Procesamiento series temporales completas
- Análisis de cambios interanuales
- Detección de anomalías climáticas

#### Octubre-Diciembre (Cuantificación):

- Cuantificación anual captura de carbono
- Elaboración productos para mercados
- Preparación documentos verificación
- Sistematización metodológica anual

## 6. Coordinación Técnica

El Especialista SIG/Carbono coordinará con:

- **Zootecnista SSPi Senior:** Datos de establecimiento y crecimiento
- **Ingeniero Agrónomo Junior:** Información edafológica especializada
- **CICY:** Investigación en ecuaciones alométricas regionales
- **CONABIO:** Intercambio de información geoespacial
- **CONAFOR:** Metodologías nacionales de carbono forestal
- **Verificadores Internacionales:** Auditorías de tercera parte

## 7. Infraestructura Tecnológica

### 7.1. Equipamiento Especializado

- **Estación SIG:** Workstation con 64GB RAM, GPU especializada
- **Software:** Licencias ArcGIS Pro, ENVI, ERDAS IMAGINE
- **Almacenamiento:** Servidor con 20TB para imágenes satelitales
- **Campo:** GPS sub-métrico, espectroradiómetro portátil
- **Conectividad:** Internet de alta velocidad para descarga satelital

## 8. Condiciones Laborales

### 8.1. Condiciones Específicas

- **Base:** Laboratorio SIG especializado en Mérida

- **Horario:** Lunes a viernes, horarios flexibles para procesamiento
- **Viajes:** 40 % campo para validación y ground truth
- **Salario anual:** \$480,000 MXN + prestaciones especializadas
- **Capacitación:** 80 horas anuales en tecnologías geoespaciales
- **Certificaciones:** Renovación certificaciones internacionales

## 9. Productos Esperados

### 9.1. Entregables Especializados

- **Atlas Técnico:** Cartografía completa del macroproyecto
- **Reportes MRV:** Documentación trimestral conforme IPCC
- **Dashboard Ejecutivo:** Plataforma web tiempo real
- **Base de Datos Geoespacial:** Geodatabase integral del proyecto
- **Créditos de Carbono:** 765,000 tCO<sub>2</sub>eq verificados
- **Publicaciones Científicas:** Papers en revistas indexadas

## 10. Conclusiones Técnicas

El Especialista SIG/Carbono garantiza la credibilidad científica y transparencia del macroproyecto mediante tecnologías geoespaciales de vanguardia. Su expertise determina la elegibilidad para mercados internacionales de carbono y la generación de ingresos adicionales estimados en \$7.65 millones USD por comercialización de créditos ambientales.

La plataforma de monitoreo satelital constituye infraestructura estratégica para el escalamiento del programa a nivel nacional e internacional.

**Jefe de Programa de Producción Pecuaria Sustentable**

**Subdelegado Agropecuario - SADER Yucatán**

Mérida, Yucatán, a 28 de noviembre de 2025