



**MONITOREO
DE FOCOS DE CALOR
Y QUEMAS
EN EL DEPARTAMENTO
DE PANDO
2010**

Hugo Fuentes
HERENCIA

**MONITOREO DE FOCOS DE CALOR Y QUEMAS
EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO**

© HERENCIA, Junio 2011

HERENCIA
Calle Cívica No. 47
Tel-fax (591) 3 8422549
Casilla 230, Cobija, Pando, Bolivia
e-mail: pando@herencia.org.bo
Sitio web: www.herencia.org.bo

MONITOREO DE FOCOS DE CALOR Y QUEMAS EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO 2010

Hugo Fuentes

INDICE

PRESENTACIÓN	7
INTRODUCCIÓN	9
FUENTES DE INFORMACIÓN	12
QUE SE DEBE SABER SOBRE LOS FOCOS DE CALOR	12
ASPECTOS TÉCNICOS	13
PREPARACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS DATOS.....	16
PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	17
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	18
PANDO EN EL CONTEXTO NACIONAL DE FOCOS DE CALOR.....	18
ANÁLISIS DE INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO.....	19
ANÁLISIS DE INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO EL 2010	20
FOCOS DE CALOR POR MESES EL AÑO 2010	20
FOCOS DE CALOR EN LA ÉPOCA DE QUEMAS DEL AÑO 2010.....	21
FOCOS DE CALOR EN LA ÉPOCA DE QUEMAS EN MUNICIPIOS DE PANDO EL AÑO 2010.....	22
DENSIDAD DE FOCOS DE CALOR EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO EL 2010.....	23
RELACION DE FOCOS DE CALOR CON LAS VÍAS DE ACCESO (CAMINOS) EN PANDO	24
INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR DEL 2010 POR TIPO DE PROPIEDADES AGRARIAS	25
DENSIDAD DE FOCOS DE CALOR DEL 2010 POR TIPO DE PROPIEDADES AGRARIAS.....	26
INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR SEGUN EL MAPA DE VEGETACIÓN DEL DEPARTAMENTO 2010.....	27
INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN AREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE DEL DEPARTAMENTO DE PANDO EL 2010.	29
CICATRICES DE QUEMAS.....	30
CICATRICES DE QUEMAS POR MUNICIPIOS DEL 2010	32
PROXIMIDAD DE CICATRICES DE QUEMAS 2010 EN VÍAS DE ACCESO EN PANDO	33
CICATRICES DE QUEMAS EL 2010 EN EL MAPA DE VEGETACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE PANDO (HERENCIA - RUMBOL 2009)	34
CICATRICES DE QUEMAS DEL 2010 EN LAS AREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO	35
CONCLUSIONES	37
REFERENCIAS	39
ANEXO - I CUADROS	43
ANEXO - II MAPAS	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. FOCOS DE CALOR Y HUMO EN BOLIVIA EL 2010.	10
FIGURA 2. FOCOS DE CALOR Y HUMO EN PANDO EL 2010.....	11
FIGURA 3. REGISTRO DE PUNTOS CALIENTES Y SU RELACIÓN CON LA RESOLUCIÓN ESPACIAL. (MODIFICADO DE FIRMS, 2008). FUENTE: ZERDA 2009.....	14
FIGURA 4. FUEGO RASTRERO DENTRO DE LA RESERVA MANURIPI. 23 SEPTIEMBRE DE 2005.	15
FIGURA 5. BOLETÍN CUANTIFICANDO LAS CICATRICES DE QUEMAS TOMADAS POR LOS SATÉLITES LANDSAT Y MODIS DEL NORTE AMAZÓNICO DE BOLIVIA EN FECHA 17DE AGOSTO Y PUBLICADAS EL 23 DEL MISMO MES.	17
FIGURA 6. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.	17
FIGURA 7. MEDIA ANUAL DE FOCOS DE CALOR POR DEPARTAMENTOS PERÍODO 1998-2001.....	18
FIGURA 8. MEDIA ANUAL DE FOCOS DE CALOR POR DEPARTAMENTOS PERÍODO 2002-2006.....	18
FIGURA 9. MEDIA ANUAL DE FOCOS DE CALOR POR DEPARTAMENTOS PERÍODO 2007-2010.....	19
FIGURA 10, NÚMERO Y TENDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN PANDO (1998-2010).....	19
FIGURA 11. FOCOS DE CALOR DEL DEPARTAMENTO DE PANDO EL AÑO 2010	20
FIGURA 12. CANTIDAD DE FOCOS DE CALOR DISTRIBUIDOS POR MESES EL AÑO 2010 EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO.	20
FIGURA 13. LOS DIEZ DÍAS CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR DE LA ÉPOCA DE QUEMA DEL AÑO 2010 EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO.	21
FIGURA 14. MAPA DE LOS DIEZ DÍAS CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR DE LA ÉPOCA DE QUEMA DEL AÑO 2010 EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO.	21
FIGURA 15. CANTIDAD DE FOCOS DE CALOR DE LOS MESES DEL PERÍODO DE QUEMAS EL AÑO 2010.	22
FIGURA 16. MUNICIPIOS CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN PERÍODO EN QUEMAS DEL AÑO 2010, DEL DEPARTAMENTO DE PANDO.	23
FIGURA 17. MAPA DE MUNICIPIOS CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN PERÍODO EN QUEMAS DEL AÑO 2010, DEL DEPARTAMENTO DE PANDO.	23
FIGURA 18. MAPA DE DENSIDAD DE FOCOS DE CALOR EN ÉPOCA DE QUEMAS DEL DEPARTAMENTO DE PANDO 2010.	24
FIGURA 19. MAPA DE INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN ÉPOCA DE QUEMAS 2010 RELACIONADO A LAS VÍAS DE ACCESO PRINCIPALES Y SECUNDARIAS EN PANDO.	25
FIGURA 20. TIPO DE PROPIEDADES AGRARIAS CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN PERÍODO DE QUEMAS DEL AÑO 2010 DEL DEPARTAMENTO DE PANDO.	25
FIGURA 21. MAPA DE PROPIEDADES AGRARIAS CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN PERÍODO DE QUEMAS DEL AÑO 2010 DEL DEPARTAMENTO DE PANDO.	21

FIGURA 22. MAPA DE DENSIDAD DE FOCOS DE CALOR EN ÉPOCA DE QUEMAS 2010 RELACIONADO CON LAS PROPIEDADES AGRARIAS EN PANDO.	27
FIGURA 23. TIPO DE VEGETACIÓN (HERENCIA-RUMBOL 2009) CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN DEPARTAMENTO DE PANDO, 2010 (LOS 15 REGISTROS MÁS REPRESENTATIVOS EN CANTIDAD).	28
FIGURA 24. MAPA DE VEGETACIÓN (HERENCIA-RUMBOL 2009) CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN DEPARTAMENTO DE PANDO, 2010 (LOS 15 REGISTROS MÁS REPRESENTATIVOS EN CANTIDAD).	28
FIGURA 25. ÁREAS PRIORITARIAS (HERENCIA-RUMBOL 2009) CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN DEPARTAMENTO DE PANDO 2010.	29
FIGURA 26. MAPA DE ÁREAS PRIORITARIAS (HERENCIA-RUMBOL 2009) CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN DEPARTAMENTO DE PANDO 2010.	30
FIGURA 27. EJEMPLO DE CICATRICES DE QUEMAS EN IMÁGENES LANDSAT DE DIFERENTES FECHAS DEL AÑO 2010 EN EL MUNICIPIO DE PUERTO RICO - PANDO.	31
FIGURA 28. NUMERO DE ÁREAS DE CICATRICES DE QUEMAS POR MUNICIPIOS EN PANDO EL 2010.	32
FIGURA 29. SUPERFICIE DE ÁREAS QUEMADAS (CICATRICES) POR MUNICIPIOS EN PANDO EL 2010.	32
FIGURA 30. MAPA DE SUPERFICIE DE ÁREAS QUEMADAS (CICATRICES) POR MUNICIPIOS EN PANDO EL 2010.	33
FIGURA 31. MAPA DE NUMERO DE ÁREAS QUEMADAS (CICATRICES DE QUEMAS) EN VÍAS DE ACCESO PRINCIPALES Y SECUNDARIAS EN PANDO.	34
FIGURA 32. MAPA DE NÚMERO DE CICATRICES DE QUEMAS POR UNIDADES PRIORITARIAS DEL N.A.B.	36

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. FUENTES DE INFORMACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE PANDO 2011.....	15
CUADRO 2. MUNICIPIOS CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN PERÍODO EN QUEMAS DEL AÑO 2010, DEL DEPARTAMENTO DE PANDO.....	22
CUADRO 3. INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN ÉPOCA DE QUEMAS 2010 RELACIONADO A LAS VÍAS DE ACCESO PRINCIPALES Y SECUNDARIAS EN PANDO.	24
CUADRO 4. DENSIDAD DE FOCOS DE CALOR EN ÉPOCA DE QUEMAS 2010 RELACIONADO CON LAS PROPIEDADES AGRARIAS EN PANDO.	26
CUADRO 5. TIPO VEGETACIÓN (HERENCIA-RUMBOL 2009) CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN DEPARTAMENTO DE PANDO, 2010 (LOS 15 REGISTROS MÁS REPRESENTATIVOS EN CANTIDAD).	28
CUADRO 6. ÁREAS PRIORITARIAS (HERENCIA-RUMBOL 2009) CON MAYOR INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN DEPARTAMENTO DE PANDO 2010.....	29
CUADRO 7. NUMERO DE ÁREAS QUEMADAS (CICATRICES DE QUEMAS) EN VÍAS DE ACCESO EN PANDO.	33
CUADRO 8. SUPERFICIE DE ÁREAS QUEMADAS (CICATRICES) EN PANDO EL 2010 SOBRE EL MAPA DE VEGETACIÓN.	35
CUADRO 9. SUPERFICIE DE ÁREAS DE CICATRICES DE QUEMAS POR ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DEL N.A.B.....	36
?	

PRESENTACIÓN

Cada vez más estudios muestran la importancia de la Amazonia para el clima global y como proveedora de servicios ambientales. Otros estudios científicos muestran que el bosque amazónico es sensible a los cambios climáticos y que la deforestación puede provocar la elevación de las temperaturas y la disminución de lluvias convirtiendo más seca a la región.

El cambio de uso y ocupación del suelo lleva a alteraciones en los ecosistemas. La deforestación y la consecuente quema de biomasa generan grandes volúmenes de gases de efecto invernadero que pueden agravar los cambios climáticos. Además de eso, con el aumento de deforestación también aumenta la pérdida de diversidad biológica y los impactos en las poblaciones humanas del bosque y de las ciudades. Un clima más seco y caliente, en un bosque fragmentado, intensifica esos impactos.

En condiciones de sequía, el uso de quemados para deforestar puede afectar grandes áreas como sucedió en el país el 2010. Las quemados, la sequía y la deforestación aumentan la susceptibilidad a los incendios, al mismo tiempo que la deforestación y el humo provocan la disminución de lluvias, agravando el riesgo de incendios en un círculo perverso.

Estos hechos están siendo cada vez más evidentes en las tierras bajas de Bolivia y, en particular en el Norte Amazónico de Bolivia. En vista de ello, HERENCIA ha iniciado un Programa de Transparencia Forestal para hacer accesible información sobre las quemados e incendios forestales y la deforestación en la Amazonía Boliviana. A través del presente informe ponemos a disposición de autoridades, investigadores y población en general, datos y análisis de los focos de calor y las quemados acontecidos en el Departamento de Pando durante el año 2010. Este documento ha sido realizado por nuestro Departamento de SIG y ha contado con el apoyo del Consorcio M-P y WHRC a través de nuestro amigo Foster Brown quien con sus sugerencias, inquietudes y experiencia impulsó nuestro trabajo.

Juan Fernando Reyes
Director Ejecutivo
HERENCIA

INTRODUCCIÓN

La quema de biomasa tiene una amplia variedad de impactos en el ámbito local, regional y global. Aunque se reconoce que la incidencia del fuego es un proceso natural en muchos ecosistemas terrestres también se asocia a efectos negativos en el suelo, el agua, la vegetación y la atmósfera. En el ámbito local se ha encontrado que los incendios modifican aspectos del ciclo hidrológico como la escorrentía y la transpiración, promueve la erosión de los suelos y altera los ciclos de la sucesión vegetal; en el ámbito regional, tienen importancia en el balance nacional de gases de efecto invernadero (GEI) (que se relaciona, a su vez, con su cumplimiento del protocolo de Kyoto) y la sostenibilidad de ecosistemas vegetales como la Amazonía, las enormes emisiones de las sabanas de África y los bosques boreales; y en el ámbito global existe una creciente preocupación por el calentamiento del planeta, las emisiones de GEI, las alteraciones en las propiedades y composición química de la atmósfera y los cambios en la radiación solar sobre la superficie terrestre (Jesús Anaya 2009).

A partir de 1998, a través de sensores satelitales, se estuvieron detectando una considerable cantidad de focos de calor en gran parte del territorio boliviano. Importantes extensiones de tierra, con distintos tipos de cobertura y usos, incluyendo el bosque, se queman e incendian. Sin embargo, existen limitadas cuantificaciones de las áreas que año a año se queman. (Citado por Heidy Resnikowski).

La época de mayor incidencia de fuego en Bolivia es entre julio - octubre, siendo el período más crítico en julio - agosto - septiembre (Martínez et al. 2003). Sin embargo, es posible observar focos de fuego activos durante todos los meses del año en distintos lugares. El período de mayor incidencia, coincide con la época seca que se caracteriza por la escasez de lluvias, baja humedad del aire, déficit hídrico y vientos fuertes, condiciones que aumentan el riesgo potencial de incendios y quemadas indeseadas. A escala global, se ha determinado que el fenómeno de El Niño aumenta el riesgo de quemadas e incendios (Brown et al. Justino et al. 2009).

La mayoría de las quemadas son realizadas ilegalmente, porque no son autorizadas, también porque se hacen en tierras donde están prohibidos. Muchas de estas quemadas derivan en incendios que afectan considerables extensiones de tierras con cobertura de bosque. La Superintendencia Forestal y el proyecto Bolfor I estimaron que el año 2001 en Beni, Pando, Santa Cruz y el norte de La Paz, se quemaron un total de 556,531 hectáreas de distintos tipos de bosque, 630,759 hectáreas de sabanas, 40,915 hectáreas de palmares y 55,874 hectáreas de áreas agrícolas y desmonte (Cordero et al. 2002). El fuego no solamente incide fuertemente en tierras con vocación agrícola y ganadera, sino también en las tierras con vocación forestal (Tierras de Producción Forestal Permanente), lo que

implica una fuerte presión sobre los recursos bosque y su irreversible degradación (Citado por Heidy Resnikowski).

El 2010 los focos de calor en Bolivia fueron más de 10 veces que al inicio de la década. La evolución de focos de calor en el país muestra a los departamentos de Santa Cruz y Beni como aquellos con mayor número. La Paz ocupa el tercer lugar y en 2010 alcanzó cinco veces más focos de calor que Pando y Cochabamba. Los niveles alcanzados en 2010 han sido en el orden de lo ocurrido en el 2004 año considerado como extremo en términos de altas temperaturas y baja precipitación. (H.Fuentes, G. Selaya).

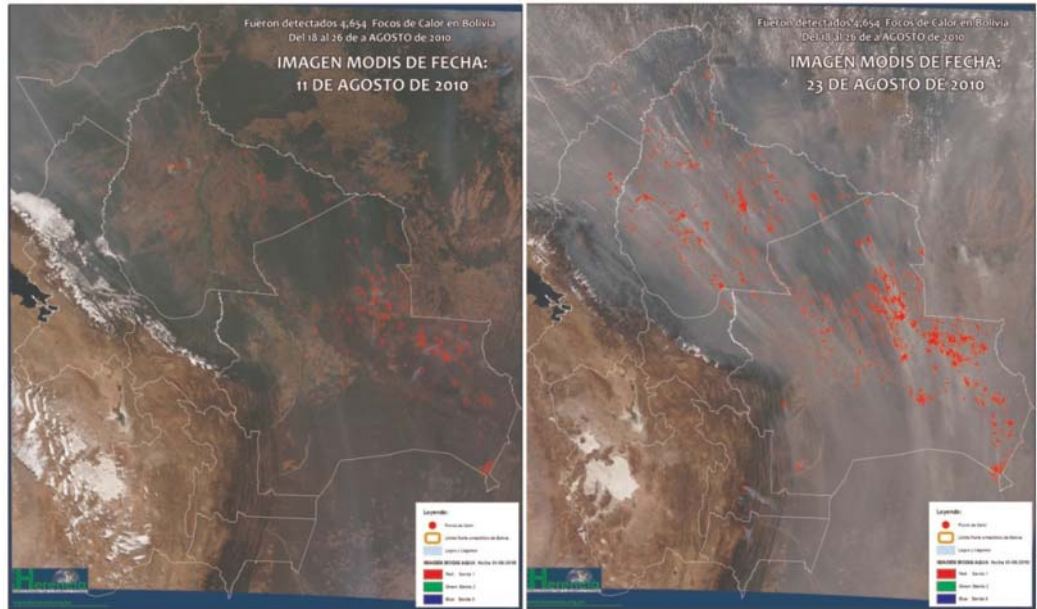


Figura 1. Focos de calor y humo en Bolivia el 2010.
Fuente: Boletines de alerta temprana de HERENCIA.

El año 2005 fue un año de sequía prolongada que causó incendios de magnitud lo que implicó costos ambientales, sociales y económicos. Según Cots (2006) aproximadamente 241,000 hectáreas fueron afectadas por incendios en el departamento de Pando, lo que supone el 3.79% de la superficie del departamento. Ese año se registraron más de 4,000 focos de calor en el departamento de Pando.

Según los boletines de clima editados por HERENCIA en base a datos del Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos del Instituto de Investigaciones Espaciales de Brasil (CPTEC/INPE), durante el año 2010 se han registrado 3,145 focos de calor en el departamento de Pando. Las principales áreas de quemadas están asociadas generalmente a carreteras. Los municipios con más focos de calor el 2010 fueron Bella Flor, San Lorenzo y Puerto Rico.

La cantidad de focos de calor en el departamento de Pando aumentó más del 280% en comparación al año 2009, en el que hubo 813 focos de calor y fue menor que el año 2005. Figura 2. Estos procesos junto con disminuciones de precipitación y temperaturas

elevadas pronosticadas por los modelos climáticos mostraron eventos similares al de 2004 y 2005. (H. Fuentes, G. Selaya 2010).

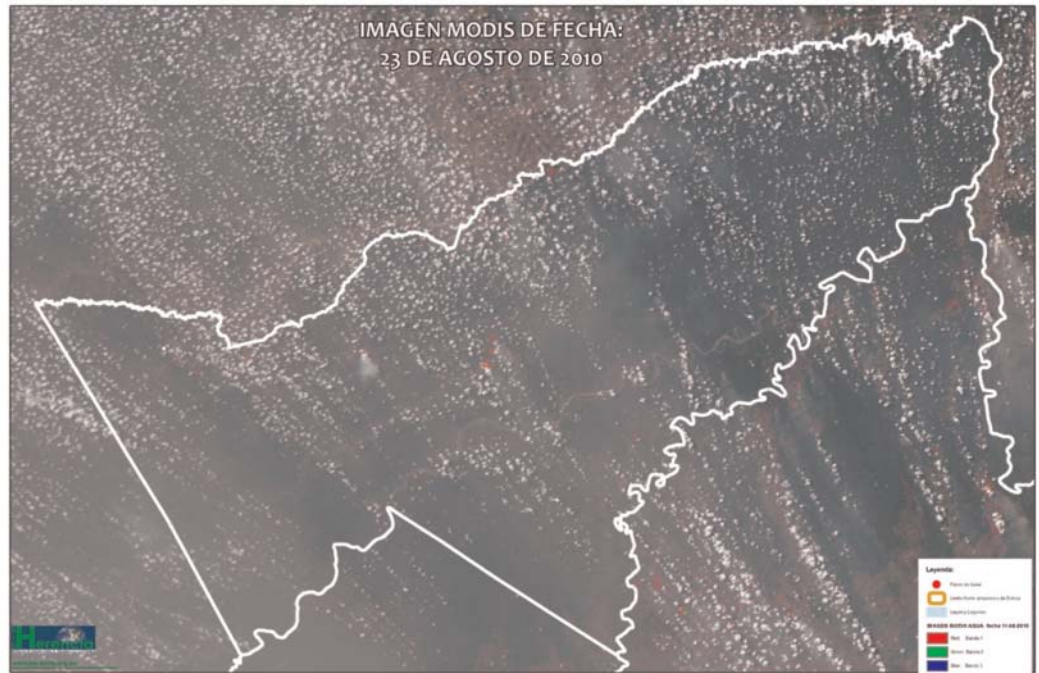


Figura 2. Focos de calor y humo en Pando el 2010.
Fuente: Boletines de alerta temprana de HERENCIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

QUE SE DEBE SABER SOBRE LOS FOCOS DE CALOR

Bolivia aún no cuenta con un sistema de alerta temprana efectiva a nivel nacional que permita mitigar el impacto de los incendios forestales.

Uno de los componentes necesarios para implementar un sistema de alerta temprana es el monitoreo de focos de calor, realizado a través del procesamiento de imágenes satelitales. Si bien existen diferentes fuentes de información en servidores de la red internet, que proveen diariamente datos de focos de calor a nivel global, los algoritmos de detección de estos servidores no están calibrados a las condiciones fisiográficas y climáticas del país, sobreestimando en algunos casos y subestimando en otros, la detección de incendios forestales en Bolivia.

HERENCIA desde el año 2005 realiza monitoreo de Focos de Calor de forma diaria en época de quemadas en Pando y el Norte Amazónico de Bolivia, produciendo boletines de Focos de Calor diarios, semanales, mensuales y anuales, de la incidencia y/o concurrencia de los Focos de Calor en su página web www.herencia.org.bo.

Los datos publicados por HERENCIA son los reportados por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales del Brasil (INPE por sus siglas en portugués). Este organismo es uno de los principales proveedores de información satelital acerca de focos de calor a nivel global y regional; este procesa diferentes imágenes satelitales usando algoritmos para sus cálculos y cuantificar los datos de focos de calor reportados por los distintos sensores remotos satelitales utilizados para la detección de incendios forestales (imágenes AVHRR de los satélites polares NOAA-12, NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18, las imágenes MODIS de los satélites polares NASA TERRA y AQUA, las imágenes de los satélites geoestacionarios GOES-10, GOES-12, y MSG-2). Cada satélite en órbita polar genera por lo menos un conjunto de imágenes por día, y los geoestacionarios generan algunas imágenes por hora, en total procesando INPE, más de 100 imágenes por día específicamente para detectar focos de incendios en la vegetación. Se espera iniciar la operación y recepción de las imágenes AVHRR del nuevo satélite MetOp. Las recepciones son hechas en las estaciones de Cachoeira Paulista, SP (próximo a la división con RJ) y en Cuiabá, MT.

El INPE en Brasil, lleva ya 16 años de experiencia trabajando en un sistema de alerta temprana, actualmente procesan imágenes satelitales NOAA y MODIS. Asimismo, el INPE en convenio con el Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) analiza información brindada por GOES-12, estos datos están

disponibles a través de la página web: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas> (Palacios, T. Villegas, Z. Pinto, C. 2007).

GOLD es un programa conformado por un equipo interinstitucional con base en Washington DC. Las instituciones más activas son NASA (National Aeronautics and Space Administration, por sus siglas en inglés), University of Maryland, y otras que vienen trabajando desde hace 6 años con imágenes MODIS. La información es brindada al público a través de la página <http://maps.geog.umd.edu/activefire.asp>

Los datos que se encuentran disponibles en la web de INPE para Bolivia, hasta ahora no han pasado por un proceso de validación como ha ocurrido en Brasil, EEUU, Nicaragua y México (Zhanqing et al. 2003, Valdez 2005, Sbravatti et al. 2005). Esta validación es usada para calibrar el modelo de detección de focos de calor a través de imágenes satelitales de tal manera que la información sea lo más confiable posible. Estas instituciones informan que la confiabilidad de los datos reportados oscila entre 70 y 80%, pero la hipótesis es que para Bolivia se tiene una confiabilidad menor (Palacios, T. Villegas, Z. Pinto, C. 2007).

Los algoritmos usados para la detección de focos de calor por los distintos satélites para Bolivia, están sobre-estimando o sub-estimando la cantidad de los focos de calor. No se sabe con certeza cuál es la mejor fuente de información para Bolivia, ya que no se ha llevado a cabo un proceso de validación del algoritmo para nuestro país.

Aunque la metodología del INPE aún no está validada para el país en su conjunto, se consideró que para el departamento de Pando, pudiera estar en los parámetros de confianza que tienen para el lado oeste del Brasil específicamente los estados del Acre y Mattogrosso, por lo que fueron considerados en los boletines de focos de calor publicados por HERENCIA.

ASPECTOS TÉCNICOS

Los datos de focos de calor son básicamente puntos (coordenadas geográficas) que indican el centro de un pixel donde se detectó fuego o un foco de calor activo (Loboda y Csiszar sin fecha), en el momento en que el satélite hizo su paso por un área determinada. Los pixeles "calientes" de una imagen analizada son considerados puntos potenciales de fuego (Stolle 2000). Tales datos son archivos provenientes de los satélites Terra y Aqua, sensores MODIS, con una resolución espacial de 1 km x 1 km, y alta sensibilidad para la detección de emisiones de calor a partir de sus canales termales. Los datos MODIS captados por el sensor son transformados en mapas de puntos en el INPE, donde cada punto representa un área de muestreo en el terreno de 1 km x 1 km. Se debe aclarar que cada punto no necesariamente representa un incendio con la misma dimensión del píxel de imagen de MODIS, sino que la actividad térmica se registra en un elemento de imagen (píxel) y eventualmente puede ser menor a esta área. Figura 3.

Inicialmente los focos de calor se determinan mediante una clasificación automática de los valores de temperatura captados por el sensor, las temperaturas saturan los píxel y permiten registrar un evento fuego como un punto en el mapa. Existen otros factores más complejos que son analizados posteriormente al efecto de definir la presencia o ausencia de una anomalía térmica o foco de calor, con lo cual se genera el producto final (Justice et al., 2006, citado por Zerda, 2009). También, pueden existir casos donde el fuego queda dentro del dosel de copas del bosque, y por esa razón tampoco podrá registrarse. En otros casos puede existir una confusión espectral entre suelos desnudos y áreas quemadas, cuando se trata de clasificar estas superficies (Piromal, 2008, citado por Zerda, 2009). Ambos satélites pueden detectar fuegos con frente de 30 metros de extensión y un metro de ancho. Independientemente de su tamaño, todos los fuegos son identificados en un píxel completo, del tamaño de la resolución de la imagen, por lo que no es posible estimar el área efectivamente quemada a través de los focos de calor. Por tanto en un píxel pueden haber varios o un solo foco. Si la quema es muy grande, será detectada por varios píxeles (INPE 2010).

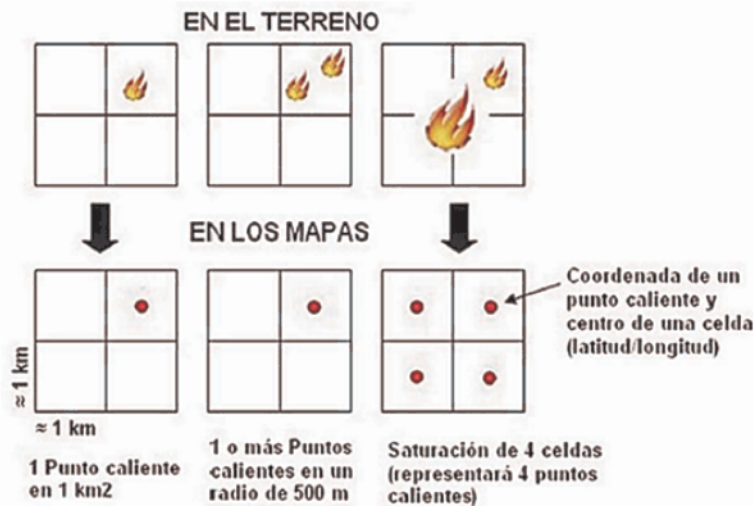


Figura 3. Registro de puntos calientes y su relación con la resolución espacial. (Modificado de FIRMS, 2008). Fuente: Zerda 2009

Las quemadas pueden no ser detectados por los satélites en caso de fuegos menores a 30 metros de frente, fuegos dentro de bosques densos sin afectación de sus copas (Figura 4), cobertura de nubes, quemadas de corta duración y fuegos en laderas de montañas que no fueron registrados por el satélite. Así mismo la imprecisión de la detección podría ser de uno a seis kilómetros. Trabajos de validación de campo en Brasil mostraron que aproximadamente el 80% de focos de calor se encontraron en un radio de un kilómetro de las coordenadas indicadas. (INPE 2010).

Según Nepstad (2004) es posible que un alto porcentaje de los fuegos no sea detectable por los satélites, por un proceso de degradación "oculto" en que el fuego afecta el bosque inicialmente a nivel del suelo, y que lo hace más susceptible a destruirse hasta el nivel de los árboles adultos del dosel. Entonces, debemos considerar estos elementos para el departamento de Pando dadas sus condiciones de cobertura boscosa.



Figura 4. Fuego rastrero dentro de la Reserva Manuripi. 23 septiembre de 2005.

Fuente: HERENCIA

Para la elaboración de este análisis se utilizó información del INPE, NASA, HERENCIA, HERENCIA-RUMBOL y el INRA-Pando. (Cuadro 1). Los focos de calor son obtenidos de las bases de datos del CPTC-INPE Quemadas que se descargaron vía internet de la página: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>.

La información es gratuita y disponible, puede ser descargada en diferentes formatos desde tablas con formato tipo Excel o como formato "Shapefiles" que disponen de una tabla de atributos.

Tipo de Información	Fuente	
focos de calor	CPTC - INPE	2010
Imágenes de Satélite Landsat	CDSR - INPE	2010
Imágenes de Satélite MODIS	Areronet - NASA	2010
Mapa de Red Caminera de Pando	HERENCIA	2010
Mapa de Propiedades Agrarias	INRA - Pando	2011
Mapa de Serie de Vegetación del NAB	HERENCIA - RUMBOL	2009
Mapa de Unidades Prioritarias del NAB	HERENCIA - RUMBOL	2009

Cuadro 1. Fuentes de información para el departamento de Pando 2011

Las imágenes de satélite utilizadas para la identificación de las cicatrices de quemas producto del fenómeno del fuego son Landsat 5TM, que fueron descargadas directamente de la dirección electrónica; <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.

Las imágenes del sensor MODIS tienen una baja resolución espacial, pero una alta resolución temporal. Se descargó en lo posible una imagen diaria entre los meses de julio

a octubre, época de mayor incidencia de los incendios, la página web es <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>.

Mapa de Red Caminera de Pando, realizado por HERENCIA: este mapa esta actualizado hasta el 2010 con recolección de información mediante GPS e imágenes satelitales.

Mapa de Propiedades Agrarias: este mapa fue proporcionado por el INRA - Pando actualizado hasta el año 2011.

Mapa de Serie de Vegetación del Norte Amazónico de Bolivia fue producido por HERENCIA - RUMBOL, elaborado por Navarro y Ferreira, el año 2009.

Mapa de Unidades Prioritarias del Norte Amazónico de Bolivia fue producido por HERENCIA - RUMBOL, elaborado por Navarro y Ferreira, el año 2009.

PREPARACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS DATOS

A los datos de focos de calor e imágenes Landsat fue necesario realizar diferentes procesos de preparación y estandarización, a diferencia de las imágenes MODIS, mapa de Propiedades Agrarias, Mapa de Vegetación, Mapa de Unidades Prioritarias y Mapa de Red Caminera que se utilizaron tal cual fueron suministrados. Los datos fueron transformados a la georeferencia adecuada (WGS_1984_UTM_Zone_19S y/o WGS_1984_UTM_Zone_20S) para su manipulación y obtención de resultados, el cual es el óptimo para el departamento de Pando.

Los focos de calor se descargaron diariamente para Bolivia y más específicamente para el departamento de Pando, los focos se unifican en una base de datos, estos poseen diferentes atributos; su referencia espacial, el municipio en el cual se manifiesta, etc. Se obtuvieron los focos de calor del período 1998 al 2010.

Las imágenes Landsat y MODIS se analizaron visualmente para identificar las cicatrices más representativas, producto del fenómeno del fuego, ya que no se pudo aplicar una clasificación supervisada, por no obtener buenos resultados como la clasificación visual. Las imágenes digitalizadas se realizaron en las épocas de más incidencia de focos de calor, estos fueron publicados por HERENCIA en su pagina web: www.herencia.org.bo como una alerta temprana en el departamento. Figura 5.

SUPERFICIES PRELIMINARES DE INCENDIOS EN LA PAZ Y PANDO. AL 23 DE AGOSTO DE 2010

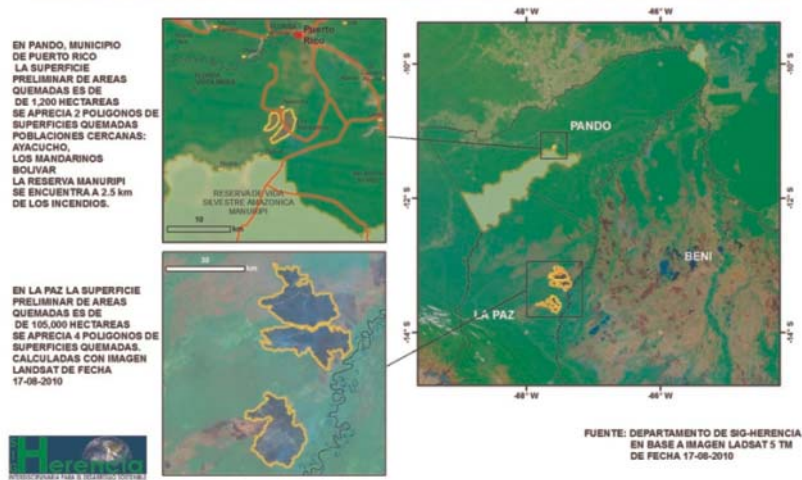


Figura 5. Boletín cuantificando las cicatrices de quemas tomadas por los satélites Landsat y MODIS del Norte Amazónico de Bolivia. En fecha 17 de agosto y publicadas el 23 del mismo mes. Fuente: HERENCIA

PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Los focos de calor y las cicatrices de quemas digitalizadas para la época de quemas del 2010, se analizaron según su distribución espacial/temporal y su presencia en los municipios del departamento de Pando. Luego, los focos de calor y cicatrices de quemas fueron cruzados con los mapas de Propiedades Agrarias, Mapa de Vegetación, Mapa de Unidades Prioritarias y Mapa de red Caminera del departamento, para así obtener la incidencia de focos de calor y cicatrices de quemas en cada una de las unidades analizadas para entender su dinámica espacial y temporal. Figura 6.

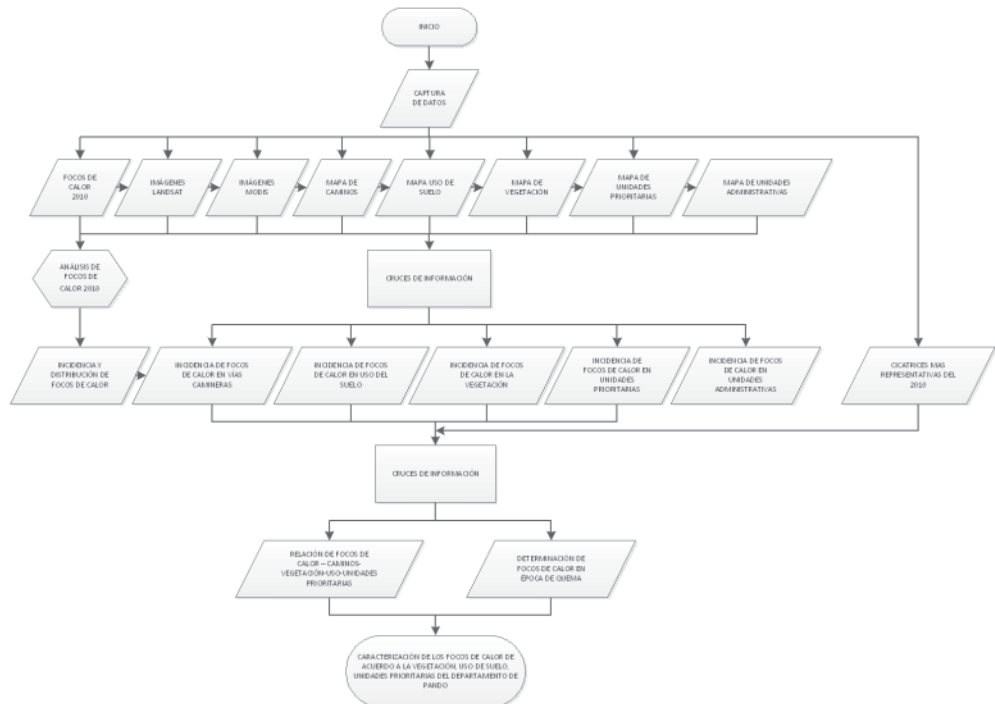


Figura 6. Procesamiento de Información. Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

PANDO EN EL CONTEXTO NACIONAL DE FOCOS DE CALOR

A continuación se presenta la media anual de focos de calor en Pando respecto a los demás departamentos desde el año 1998 al 2010.

En la figura 7 se puede observar que Pando se encuentra en sexto lugar con respecto a la media de focos de calor anuales en el período 1998-2001 con 174 focos de calor incluso detrás de Tarija, Chuquisaca, mostrando que en ese período aún no existían muchos focos de calor en el departamento.

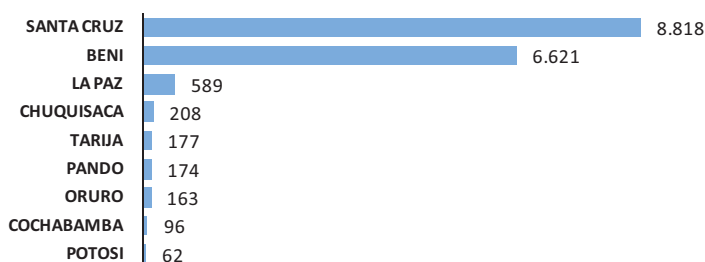


Figura 7. Media anual de focos de calor por departamentos período 1998-2001
Fuente: datos obtenidos de CPTEC/INPE, Elaboración propia

Por otro lado en el período 2002-2006 hay un aumento exagerado en la cantidad de focos de calor en todos los departamentos incluyendo a Pando. En la lista general, este se encuentra en cuarto lugar con una media anual de 2,837 focos de calor, detrás de La Paz, Beni y Santa Cruz. Figura 8.

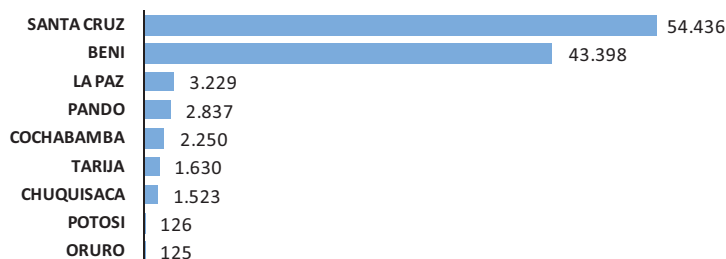


Figura 8. Media anual de focos de calor por departamentos período 2002-2006
Fuente: datos obtenidos de CPTEC/INPE, Elaboración propia

Y por último el período 2007-2010, este período muestra una leve tendencia a la reducción de focos de calor con respecto al período anterior, con 2,223 en promedio. Pando se encuentra detrás de La Paz, Beni y Santa Cruz quedando todavía en cuarto lugar a nivel nacional. Figura 9.

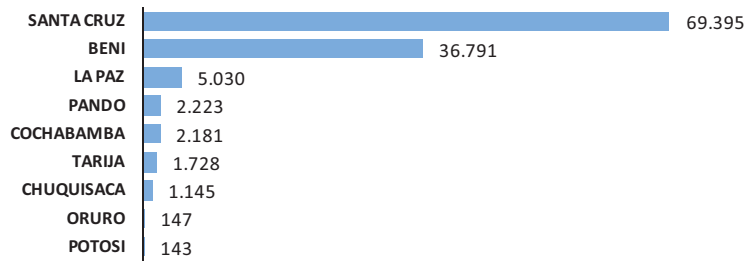


Figura 9. Media anual de focos de calor por departamentos período 2007-2010
Fuente: datos obtenidos de CPTEC/INPE, Elaboración propia

ANÁLISIS DE INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO

En la Figura 10, El grafico de barras y de tendencia del número de focos de calor sirve para explicar el comportamiento histórico, se observa la variabilidad de incidencias de focos de calor en Pando cada año, y se nota durante varios años el aumento de focos de calor, se observa la línea de tendencia sin hacer ninguna prueba significativa de estadística una pendiente positiva, o sea que la tendencia de focos de calor es a aumentar año con año. Entre los años 1998 al 2001 el número de focos de calor fue relativamente bajo, con una media 136 focos de calor anuales, cifra superada en los años 2002 al 2006, donde el número de focos de calor fue más de 3,400. En el período 2007 al 2009 existe alguna variación en especial a la disminución, pero el año 2010 (Figura 11) los focos de calor se incrementaron en más de 280% más que el año 2009 y han sido en el orden de lo ocurrido al 2005 año considerado como extremo en términos de altas temperaturas y baja precipitación.

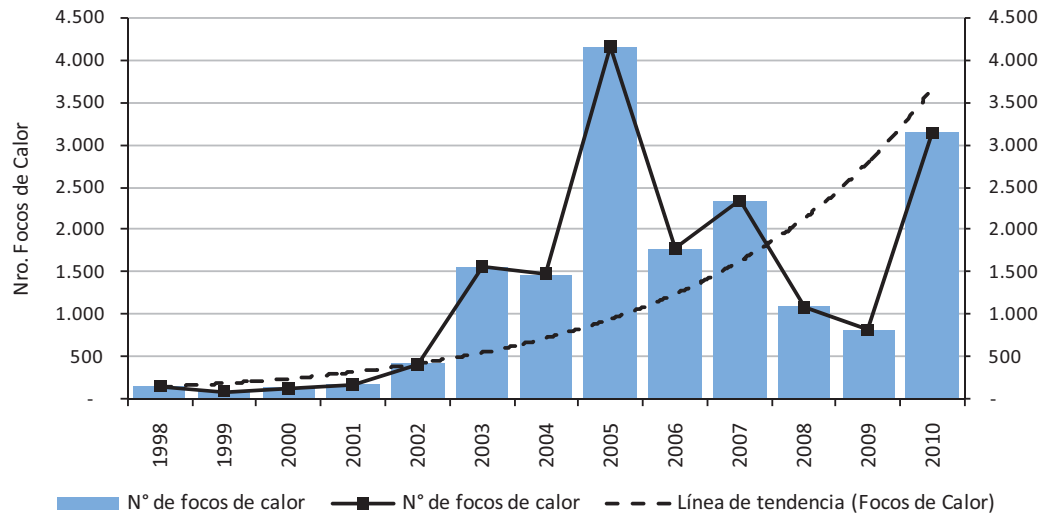


Figura 10. Número y Tendencia de focos de calor en Pando (1998-2010)
Fuente: datos obtenidos de CPTEC/INPE. Elaboración propia

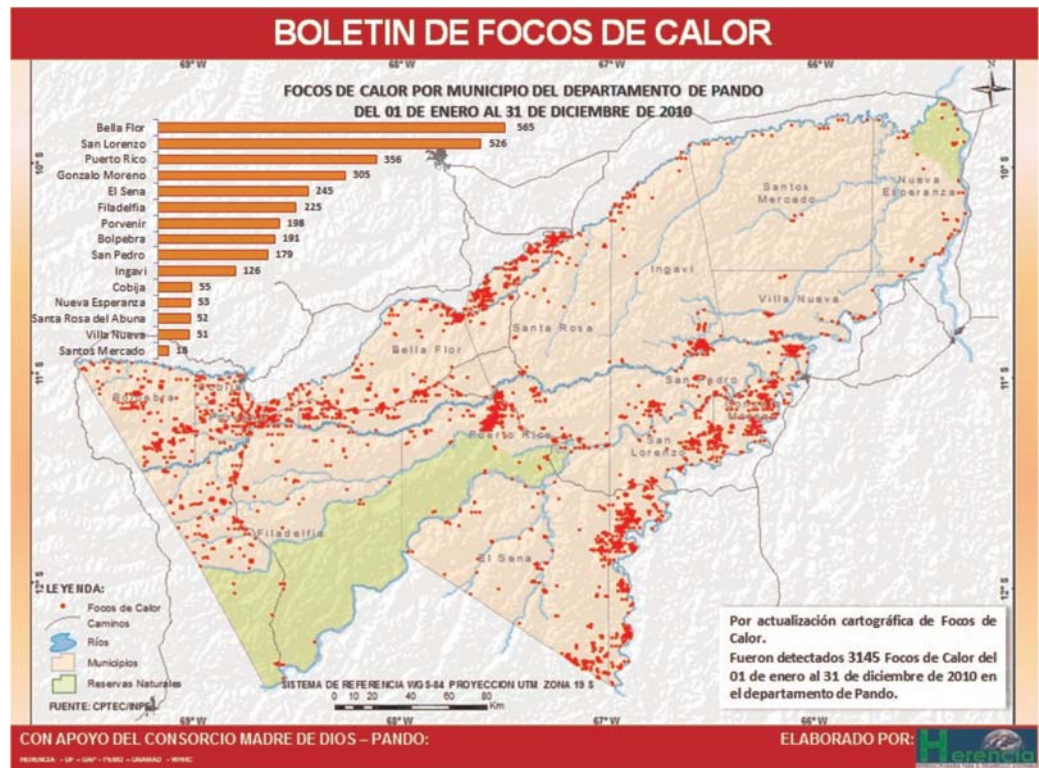


Figura 11. Focos de calor del departamento de Pando el año 2010
Fuente: Boletines de focos de calor de Herencia en base a información del CPTec/INPE.

ANÁLISIS DE INCIDENCIA DE FOCOS DE CALOR EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO EL 2010

Focos de calor por meses el año 2010

En el año 2010 se registraron un total de 3,145 focos de calor la cantidad por meses muestra que el mes de septiembre fue el más elevado con 1,655 focos de calor, seguido por el mes de agosto con 812, octubre con 392 y el mes de julio con 114, los demás meses presentan menos de 100 focos de calor. Para el mes de febrero del año 2010 no se registraron focos de calor. Figura 12.

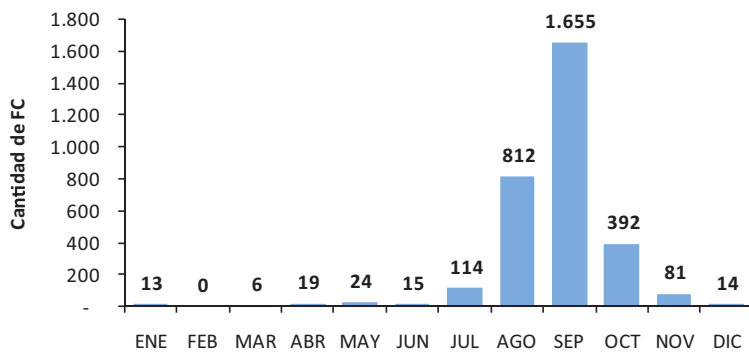


Figura 12. Cantidad de focos de calor distribuidos por meses el año 2010 en el departamento de Pando.
Fuente: Datos obtenidos de CPTec/INPE. Elaboración propia.

Focos de calor en la época de quemas del año 2010

El departamento de Pando presenta un período de quemas que se extiende del mes de julio al mes de octubre mientras los otros meses no muestran incidencias de focos de calor representativos.

En el año 2010 se presentaron un total de 2,973 focos de calor en la época de quemas, se analizaron los diez días que presentan mayor incidencia de focos de calor, donde el 29 de septiembre presenta el mayor número, con un total de 343, seguido del 11 de septiembre con 163. De estos 10 días de mayor incidencia, 23 focos de calor se registraron dentro de la Reserva Manuripi con 8 focos de calor en fecha 29 de septiembre. Figuras 13 y 14.

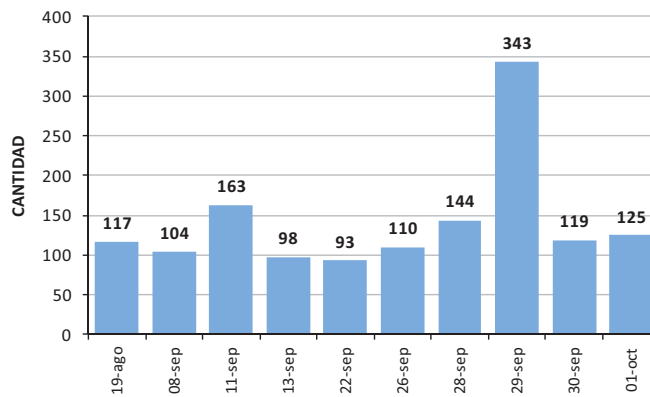


Figura 13. Los diez días con mayor incidencia de focos de calor de la época de quema del año 2010 en el departamento de Pando.
Fuente: Datos obtenidos de CPTec/INPE. Elaboración propia.

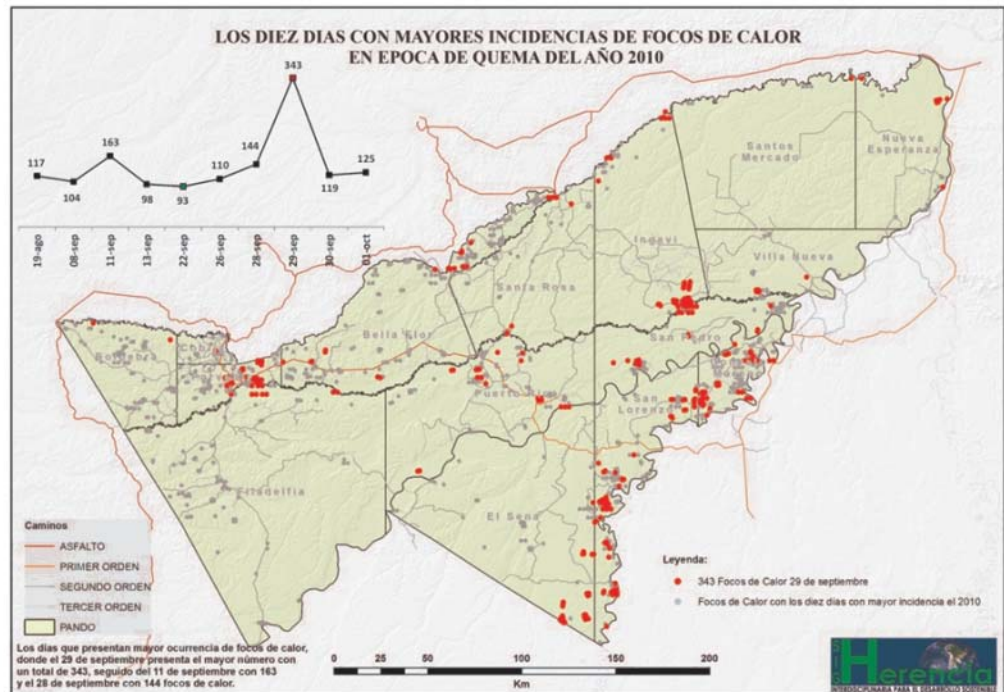


Figura 14. Mapa de los diez días con mayor incidencia de focos de calor de la época de quema del año 2010 en el departamento de Pando.
Fuente: Datos obtenidos de CPTec/INPE. Elaboración propia.

La Figura 15 nos muestra que el mes con mayor incidencia de focos de calor es el mes de septiembre con 1,655 registros seguido del mes de agosto con 812 y el de menor incidencia es el mes de julio con 114 registros en el período de quemas del 2010.

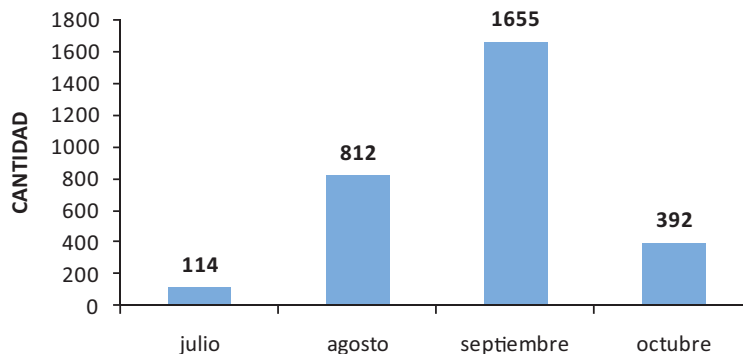


Figura 15. Cantidad de focos de calor de los meses del período de quemas el año 2010. Fuente: Datos obtenidos de CPTEC/INPE. Elaboración propia

Focos de calor en la época de quemas en municipios de Pando el año 2010

se realizó el análisis de incidencia de focos de calor del 2010 en los municipios del departamento de Pando (Cuadro 2) donde el mayor número de registros se encuentra en el municipio de Bella Flor con el 19%, seguido por el municipio de San Lorenzo con el 16% y Puerto Rico con el 12%. El municipio de Santos Mercado solo presenta el 1% durante el período de quemas siendo el más bajo del departamento con 18 focos de calor.

Figuras 16 y 17. Municipios del departamento Pando con mayor incidencia de focos de calor en el período de quemas del 2010.

MUNICIPIOS	Nro. FC	% FC
Bella Flor	555	19%
San Lorenzo	486	16%
Puerto Rico	342	12%
Gonzalo Moreno	302	10%
Filadelfia	205	7%
Porvenir	195	7%
El Sena	190	6%
Bolpebra	183	6%
San Pedro	171	6%
Ingavi	126	4%
Cobija	51	2%
Santa Rosa del Abuna	50	2%
Villa Nueva	50	2%
Nueva Esperanza	49	2%
Santos Mercado	18	1%
TOTAL	2973	100%

Cuadro 2. Municipios con mayor incidencia de focos de calor en período en quemas del año 2010, del departamento de Pando. Fuente: datos obtenidos de CPTEC/INPE. Elaboración propia.

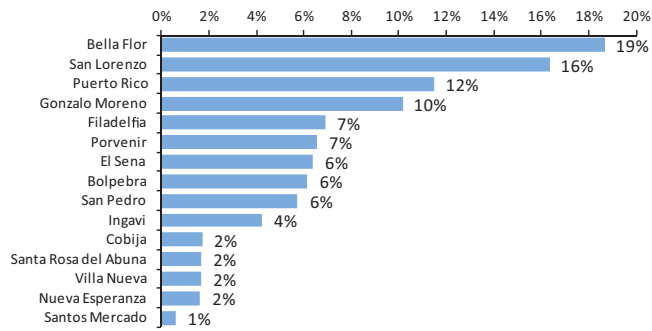


Figura 16. Municipios con mayor incidencia de focos de calor en período en quemas del año 2010, del departamento de Pando. Fuente: datos obtenidos de CPTec/INPE. Elaboración propia.

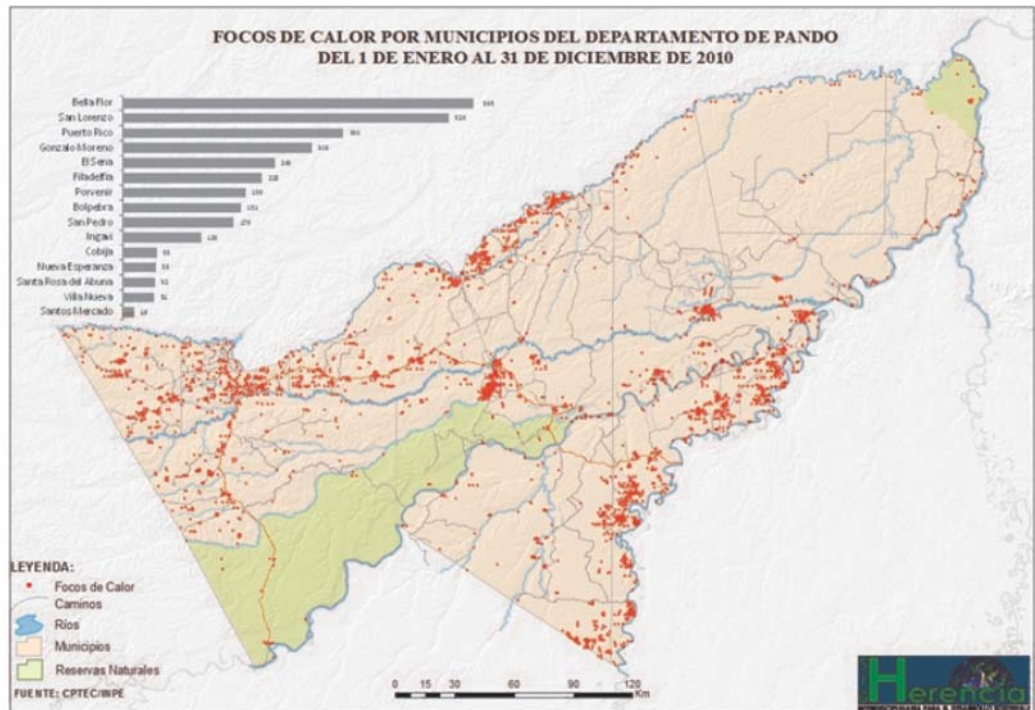


Figura 17. Mapa de municipios con mayor incidencia de focos de calor en período en quemas del año 2010, del departamento de Pando. Fuente: datos obtenidos de CPTec/INPE. Elaboración propia.

Densidad de focos de calor en el departamento de Pando el 2010

La densidad es útil para mostrar donde los elementos puntuales (focos de calor) están concentrados. Para esto se determina un radio de búsqueda definido, se suman todos los objetos (focos de calor) que están dentro de dicha área y se divide por el valor del área y este es el valor de densidad de dicha área.

La figura 18 muestra en color rojo las áreas donde se ha concentrado el año 2010 la mayor cantidad de focos de calor.

Por el oeste existe alta densidad por los municipios de Porvenir y Cobija, por Bolpebra camino a Extrema, por el municipio de Filadelfia camino a Soberanía. Por el centro camino Porvenir - Puerto Rico presenta alta densidad. Por el norte existe alta densidad

desde la TCO Mapajo hasta Montevideo (Puerto Evo) en el municipio de Bella Flor. Todos estos tramos se relacionan directa o indirectamente con la carreta Inter-Oceánica Sur que pasa por Brasil y Perú. Por el sur los municipios de El Sena, San Lorenzo y Gonzalo Moreno en especial la parte sur de estos presentan alta densidad de focos de calor, en el límite con el departamento del Beni.

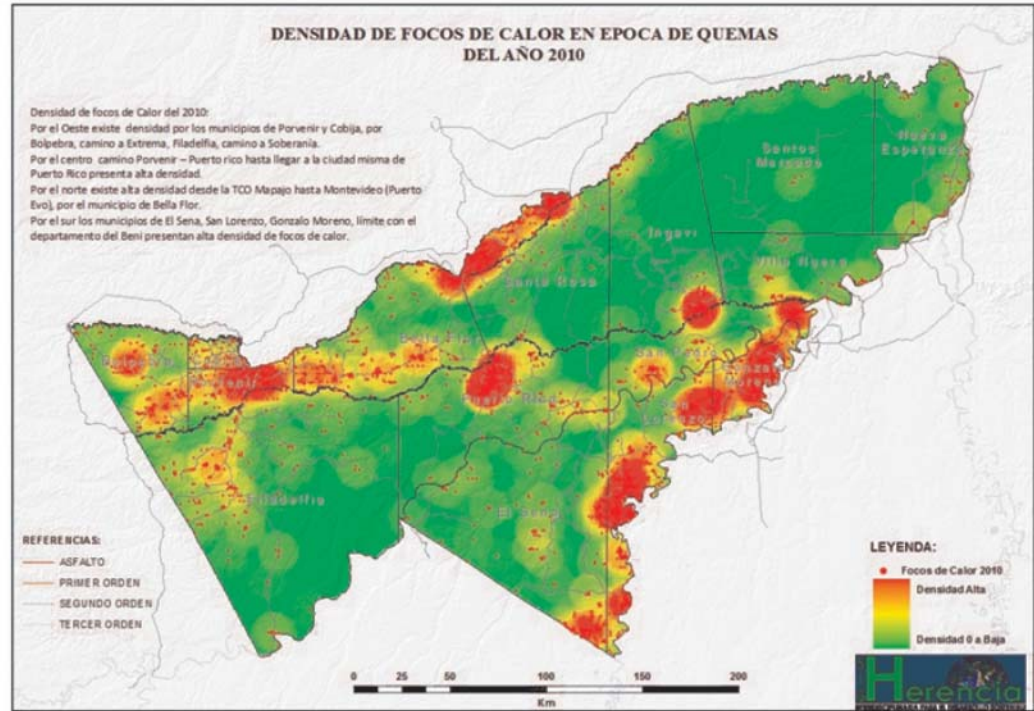


Figura 18. Mapa de densidad de focos de calor en época de quemadas del departamento de Pando 2010. Elaboración propia.

Relación de focos de calor con las vías de acceso (caminos) en Pando

Los focos de calor están relacionados a los caminos y carreteras en el departamento de Pando. El 44% de los focos de calor del año 2010 están dentro del área de influencia de 0 a 2 kilómetro alrededor de las vías de acceso principales y secundarias, el 29% están dentro de 2 a 5 kilómetros y el 18% están dentro de los 5 a 10 kilómetros, quedando fuera de los 10 kilómetros el 9% de focos de calor, se estima que el resto está distribuido cerca de los ríos principales, límites fronterizos y caminos no oficiales. Cuadro 3 y Figura 19.

Distancia	FC	% FC
0 a 2 km	1,310	44%
2 a 5 km	858	29%
5 a 10 km	542	18%
fuera de 10 km	263	9%
Total	2,973	100%

FC= Focos de Calor

Cuadro 3. Incidencia de focos de calor en época de quemadas 2010 relacionado a las vías de acceso principales y secundarias en Pando. Fuente: Elaboración Propia

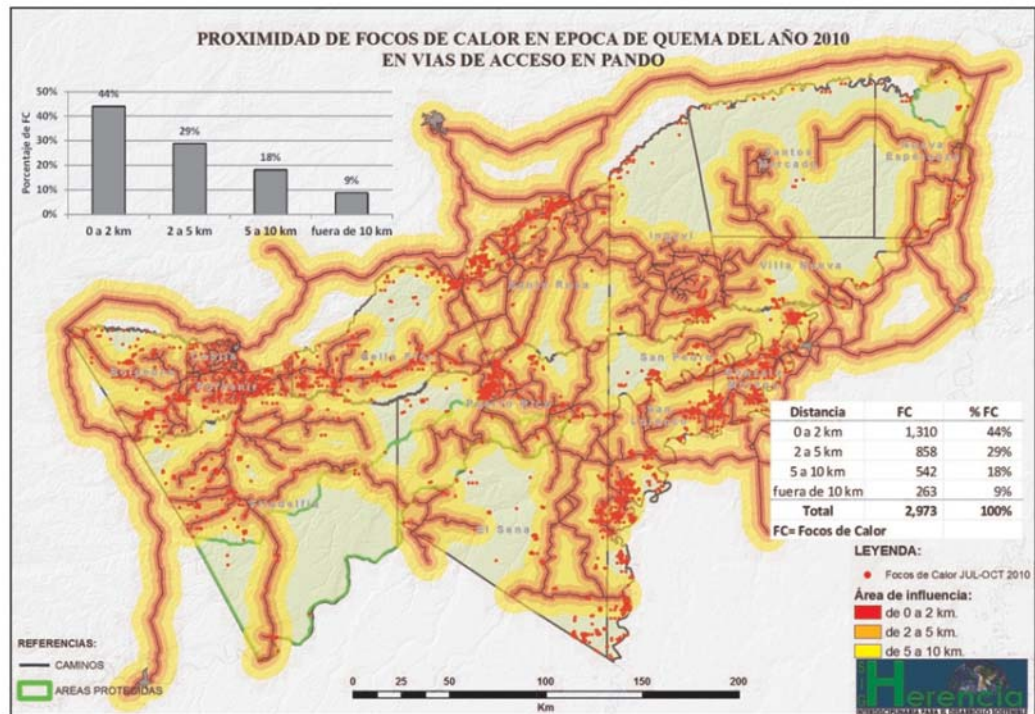


Figura 19. Mapa de incidencia de focos de calor en época de quemas 2010 relacionado a las vías de acceso principales y secundarias en Pando. Fuente: Elaboración Propia

Incidencia de focos de calor del 2010 por tipo de propiedades agrarias

La mayor incidencia de focos de calor en el período de quemas 2010 según el tipo de Propiedades Agrarias en Pando, las Comunidades Campesinas con el 42% de representación, seguido por Tierra Fiscal 23%, Comunidades Indígenas con el 15%, Predios Individuales o Privados con el 13%, Concesiones Forestales con el 5%, Centros Poblados y Áreas Protegidas con el 1%. Es importante hacer notar que las comunidades representan un 38% de la superficie de Pando mientras los predios individuales o privados solo el 5%. Figuras 20 y 21.

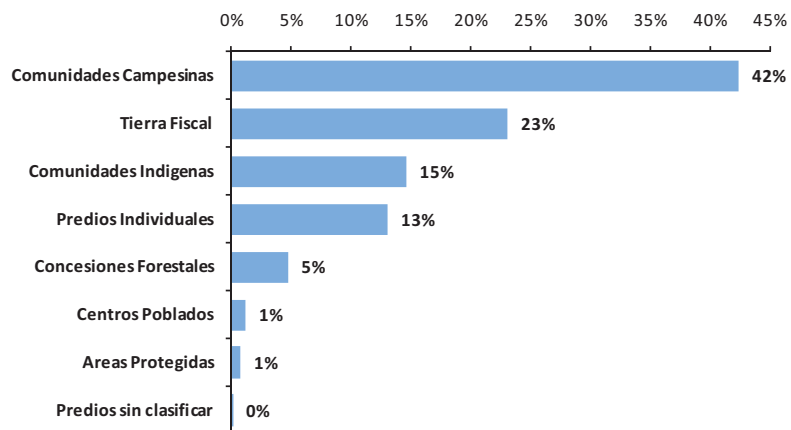


Figura 20. Tipo de Propiedades Agrarias con mayor incidencia de focos de calor en período de quemas del año 2010 del departamento de Pando. Fuente: datos obtenidos de CPTEC/INPE, INRA-2011. Elaboración propia.

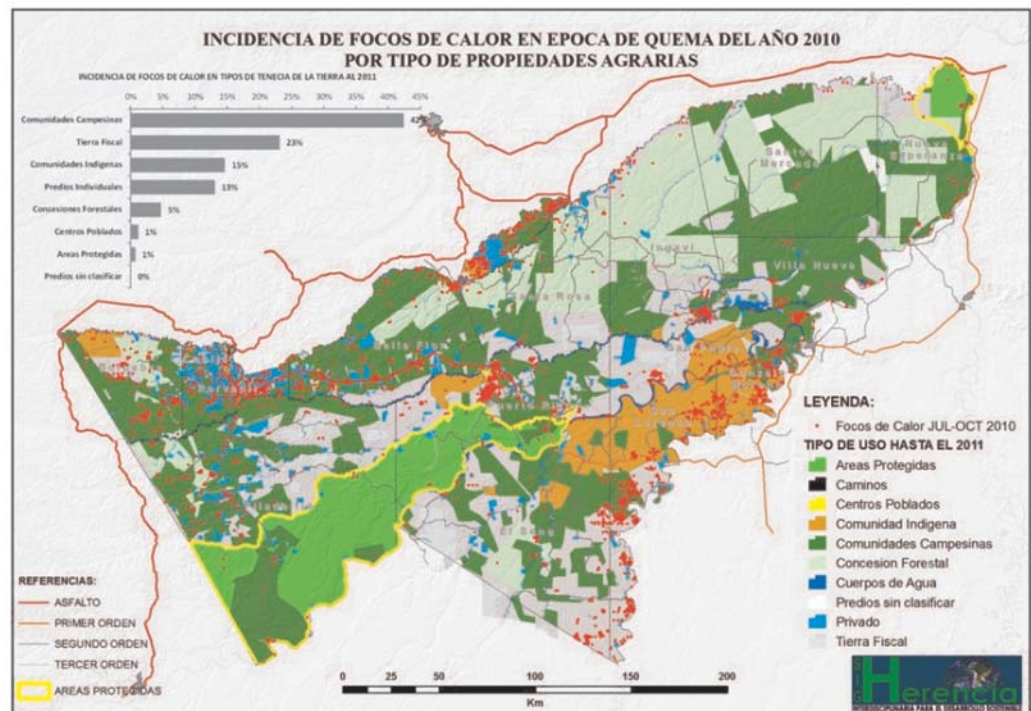


Figura 21. Mapa de Propiedades Agrarias con mayor incidencia de focos de calor en periodo de quemas del año 2010 del departamento de Pando. Fuente: datos obtenidos de CPTEC/INPE, INRA-2011. Elaboración propia.

Densidad de focos de calor del 2010 por tipo de propiedades agrarias

Si calculamos el número de focos de calor por superficie por tipo de Propiedades Agrarias en Pando, excluyendo caminos y cuerpos de agua, el tipo de propiedad de mayor densidad de focos de calor por superficie son los centros poblados con el 39%, seguido de los Predios Individuales con el 22%, Comunidades Indígenas con el 17%, Comunidades Campesinas y Tierras Fiscales con el 9%. Cuadro Nro.4, Figura Nro.22

TIPO DE PREDIO	SUPERFICIE EN KM2	SUPERFICIE POR TIPO DE PREDIO EN %	NRO. DE FOCOS DE CALOR	DENSIDAD NRO. FC/KM2	DENSIDAD NRO. FC/KM2 EN %
Centros Poblados	153	0.2%	33	0.215	38.9%
Predios Individuales	2,974	4.8%	366	0.123	22.3%
Comunidad Indígena	4,304	6.9%	410	0.095	17.2%
Comunidades Campesinas	24,153	38.6%	1,187	0.049	8.9%
Tierra Fiscal	13,227	21.1%	647	0.049	8.9%
Concesiones Forestales	11,516	18.4%	132	0.011	2.0%
Predios sin clasificar	354	0.6%	2	0.006	1.1%
Áreas Protegidas	5,907	9.4%	21	0.004	0.7%
TOTAL	62,588	100%	2,798	0.552	100%

Cuadro 4. Densidad de focos de calor en época de quemas 2010 relacionado con las Propiedades Agrarias en Pando. Fuente: INRA 2010: Elaboración Propia

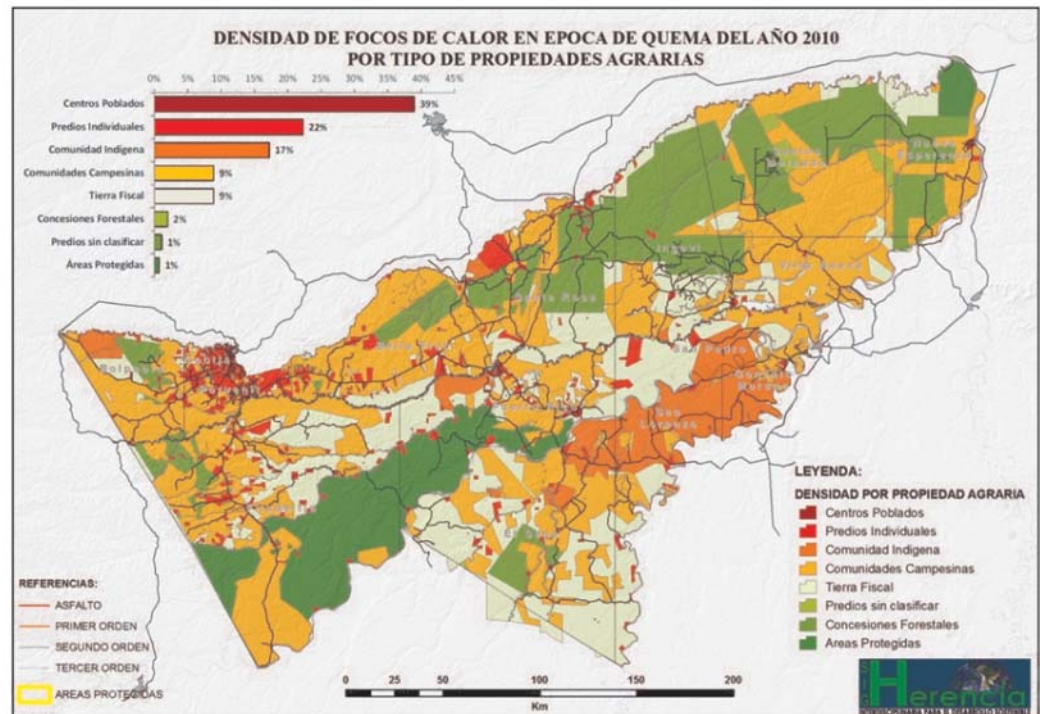


Figura 22. Mapa de densidad de focos de calor en época de quemas 2010 relacionado con las Propiedades Agrarias en Pando.
Fuente: INRA 2010: Elaboración Propia.

Incidencia de focos de calor segun el mapa de vegetación del departamento de Pando el 2010

El Mapa de Vegetación del Norte Amazónico de Bolivia (Herencia -Rumbol, 2009) fue elaborado desde el punto de vista biogeográfico y de la biodiversidad natural, llevando a cabo una caracterización y cartografía actualizadas de los diversos ecosistemas vegetales.

El tipo de vegetación que presenta mayor incidencia de focos de calor en el período de quemas del departamento de Pando es el Bosque Amazónico de Castaña del centro-este de Pando sobre suelos oligotróficos (A1) con 24% de representación, seguido por la serie Antrópico con 16% y el Bosque amazónico de Castaña y Masaranduva del noroeste de Pando sobre suelos mesotróficos (A2) con 8%. Cuadro 5, Figuras 23 y 24.

NRO	MAPA DE VEGETACIÓN (HERENCIA-RUMBOL 2009)	FC	%
1	A1. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	727	24%
2	Antrópico	489	16%
3	A2. Bosque amazónico de Castaña y Masaranduva del noroeste de Pando sobre suelos mesotróficos	245	8%
4	A36. Bosque de sartenejal de terra firme depresionada del centro-oeste de Pando	214	7%
5	A13. Bosque maduro de Várzea de aguas fluyentes de Pando	169	6%
6	A55. Bosque inundable de aguas mixtas del Alto Río Abuná	132	4%
7	A34. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del este de Pando	108	4%
8	A53. Bosque inundable de aguas mixtas del Río Manuripi	95	3%
9	A33. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del centro-oeste de Pando	92	3%
10	A60. Complejo de vegetación acuática y palustre amazónica de aguas blancas	76	3%
11	A22. Bosque maduro de Várzea de aguas estancadas de Pando, en bajíos	74	2%
12	A50. Sabanas arbolado-arbustivas anegables de Pando	65	2%
13	A56. Bosque inundable de aguas mixtas de la llanura aluvial del Bajo Río Orthon	48	2%
14	A6. Bosque amazónico de Cusi y Morado de Pando oriental	44	1%
15	A52. Sabanas arbolado-arbustivas anegables del Heath-Bajo-Madidi	43	1%

Cuadro 5. Tipo Vegetación (HERENCIA-RUMBOL 2009) con mayor incidencia de focos de calor en departamento de Pando, 2010 (los 15 registros más representativos en cantidad).
Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA-RUMBOL 2010.

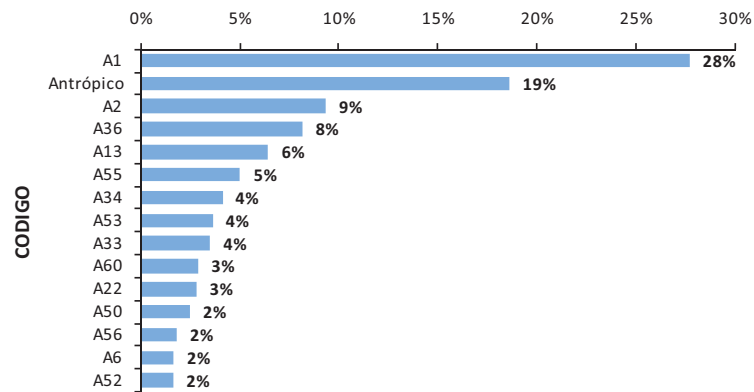


Figura 23. Tipo de vegetación (HERENCIA-RUMBOL 2009) con mayor incidencia de focos de calor en departamento de Pando, 2010 (los 15 registros más representativos en cantidad).
Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA-RUMBOL 2010.

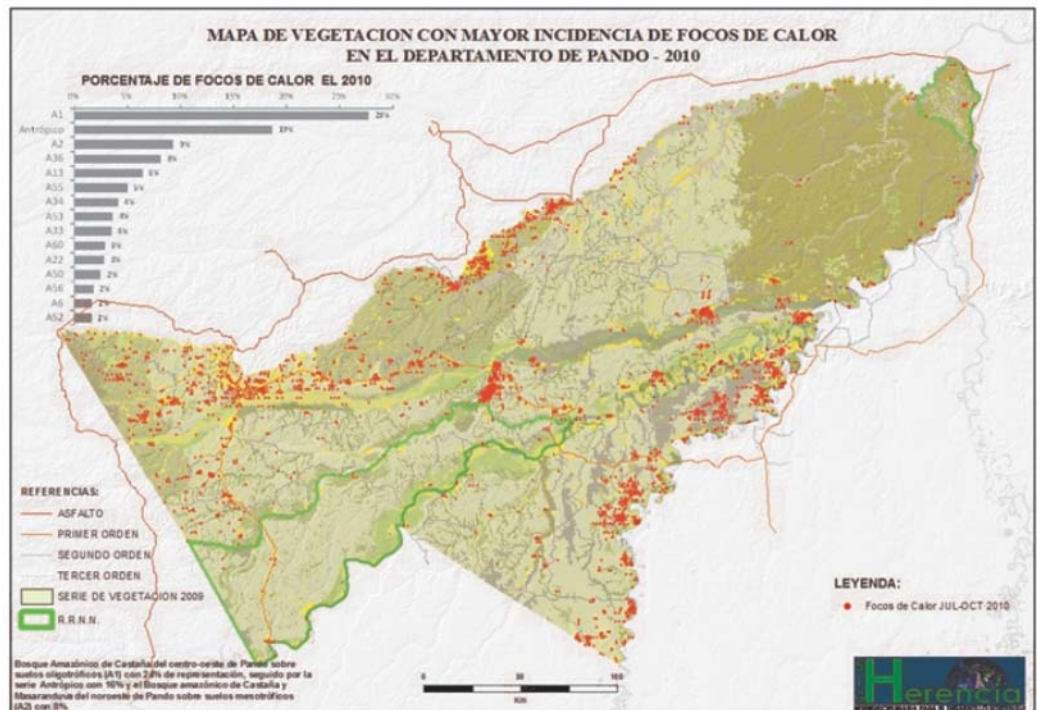


Figura 24. Mapa de vegetación (HERENCIA-RUMBOL 2009) con mayor incidencia de focos de calor en departamento de Pando, 2010 (los 15 registros más representativos en cantidad).
Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA-RUMBOL 2010.

Incidencia de focos de calor en áreas prioritarias de conservación y uso sostenible del departamento de Pando el 2010

Según el mapa de Áreas Prioritarias de Conservación y Uso Sostenible (Herencia - Rumbol 2009) se considera "Áreas Prioritarias", aquellas zonas o territorios geográficos con especial interés para la conservación y/o para el manejo sostenible de los recursos naturales derivados de la biodiversidad. La identificación y propuesta de estas áreas, se llevan a cabo según los grupos de criterios siguientes:

- Áreas con interés prioritario para la protección de la biodiversidad debido a su elevado valor o representatividad biogeográfica, estado de conservación y/o amenazas.
- Áreas críticas para el manejo sostenible y equilibrado para los recursos naturales.
- Áreas críticas para mitigación y remediación de impactos derivados de un mal uso de la biodiversidad o de los recursos clave bosque, suelo o aguas.

Las Áreas Prioritarias que presentan mayor incidencia de focos de calor en el período de quemadas del departamento de Pando son la denominada Cuencas Altas Abuná-Chipamanu con 68% de representación, seguido por Colinas Acre con 9%, el Várzea Del Bajo Rio Beni E Igapó Mixto Del Bajo Orthon con 8% y la menor es la de Palmares Y Humedales Del Río Tahuamanu-Orthon con el 0.4% de representación. Cuadro 6 y Figuras 25 y 26.

AREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE (HERENCIA-RUMBOL 2009)	FC	%
4. CUENCAS ALTAS ABUNÁ-CHIPAMANU	514	68%
5. COLINAS ACRE	65	9%
12. VÁRZEA DEL BAJO RIO BENI E IGAPÓ MIXTO DEL BAJO ORTHON	63	8%
11. CUENCAS ARROYOS MANU Y NEGRO-PACAHUARAS	37	5%
6. PAMPAS DEL HEATH E IXIAMAS	35	5%
1. RESERVA MANURIPI	31	4%
10. BRUNO RACUÁ	12	2%
2. PALMARES Y HUMEDALES DEL RIO TAHUAMANU-ORTON	3	0%
TOTAL	760	100%

Cuadro 6. Áreas Prioritarias (HERENCIA-RUMBOL 2009) con mayor incidencia de focos de calor en departamento de Pando 2010.

Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA-RUMBOL 2009.

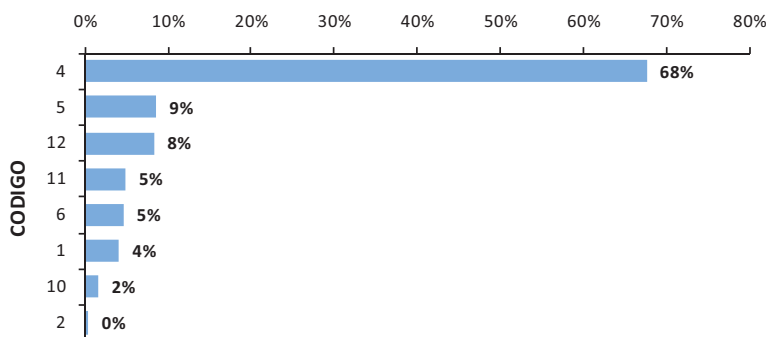


Figura 25. Áreas Prioritarias (HERENCIA-RUMBOL 2009) con mayor incidencia de focos de calor en departamento de Pando 2010.

Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA-RUMBOL 2009.

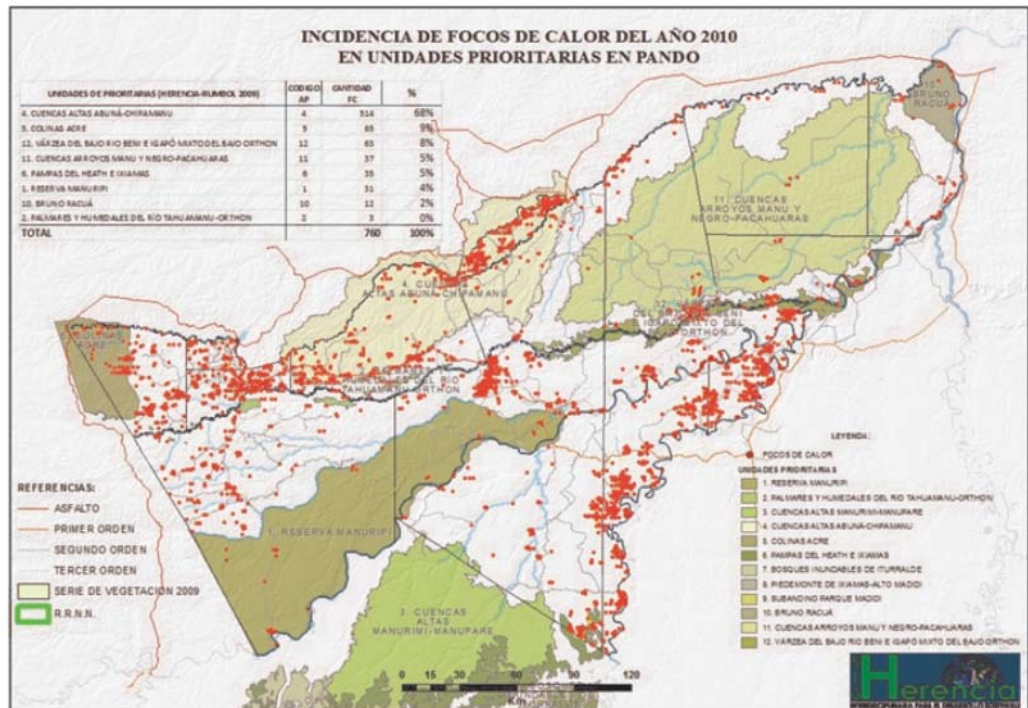


Figura 26. Mapa de Áreas Prioritarias (HERENCIA-RUMBOL 2009) con mayor incidencia de focos de calor en departamento de Pando 2010. Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA-RUMBOL 2009.

Los focos de calor llegaron también a las Áreas Protegidas. Un total de 43 focos de calor se registraron en la Reserva Manuripi y la de Bruno Racua juntos el año 2010, mientras que el año 2009 solo se presentaron 10 focos de calor en esas áreas de conservación.

CICATRICES DE QUEMAS

La comunidad internacional ha hecho un gran esfuerzo en generar y poner a disposición de los usuarios productos asociados a la ocurrencia del fuego, tanto de área quemada como de incendios activos (Gregoire et al., 2003; Roy et al., 2006; Simon et al., 2004).

Las causas de error, y por tanto de disminución en fiabilidad de un producto de área quemada utilizando técnicas de teledetección son múltiples: resolución espacial, confusión con algunas coberturas no vegetales (suelos oscuros, sombra de nubes, cuerpos de agua), configuración compleja de las áreas quemadas en el paisaje (áreas pequeñas o muy fragmentadas), severidad del incendio, interferencias atmosféricas (nubes y plumas de humo); y la corta permanencia de la señal si bien este factor depende de los ecosistemas. En zonas tropicales, la rápida regeneración de la vegetación y las lluvias recurrentes hacen que la señal sea bastante efímera. (Jesús Anaya, 2009).

El proceso de validación para cada uno de los productos disponibles de área quemada requiere de información de referencia, así como seleccionar un método adecuado para

comparar los mapas a validar con los mapas de referencia. El ideal en la validación es tener para cada incendio una imagen anterior y posterior al fuego; de esta forma es posible estimar con alguna certeza la fecha del incendio en la imagen de alta resolución y proceder a validarlo a través de las fechas con los productos globales de área quemada. Este análisis no fue posible debido al bajo número de imágenes disponibles sin cobertura de nubes en nuestra área de estudio. Por esta razón, solo se pudo establecer que los incendios observados son previos a la fecha de toma de la imagen Landsat, pero no cuándo se inició el fuego. Se asume que las áreas quemadas identificadas corresponden a la misma temporada de incendios, pues la señal es poco persistente en ecosistemas tropicales. Ahora bien, corremos el riesgo de no identificar áreas quemadas de la misma temporada, ya que la recuperación de la vegetación dentro del mismo período de incendios puede hacer que desaparezca la señal en pocas semanas, lo cual resultaría en una omisión en las imágenes de referencia.

En nuestro caso, la información de referencia se obtuvo a partir de imágenes de satélite de alta resolución (Landsat -TM) y baja resolución (MODIS). Las imágenes Landsat-TM han sido utilizadas previamente en estudios de área quemada como sustituto a la determinación de las áreas quemadas en campo, ya que tienen la resolución espacial y espectral adecuadas para este tipo de análisis, (Boschetti et al., 2006; Chuvieco et al., 2008; Roy et al., 2005). Estas fueron descargadas de la página del INPE en los meses de mayor incidencia de focos de calor y críticos en la evolución de las quemas, en específico los meses de septiembre a octubre.

La extracción de áreas quemadas de un total de 10 escenas completas de imágenes Landsat 5TM se realizó con técnicas de interpretación visual por polígonos. Aunque se trata de un trabajo en extremo dispendioso se obtiene información de alto valor que de otra forma no sería posible conseguir, Figura 27.



Figura 27. Ejemplo de Cicatrices de Quemadas en imágenes Landsat de diferentes fechas del año 2010 en el municipio de Puerto Rico - Pando.
Elaboración Propia.

Para la interpretación se generó un compuesto en falso color para cada imagen y se procedió a digitalizar en pantalla cada una de las áreas quemadas identificadas. Para el departamento de Pando en total se digitalizaron 639 cicatrices de quemas, con una superficie total de 36,880 hectáreas, que es 0.58 % del total de la superficie de Pando.

CICATRICES DE QUEMAS POR MUNICIPIOS DEL 2010

Al sobreponer las cicatrices de quemas del 2010 a los municipios de Pando en total se crearon 647 cicatrices de quemas por municipio, de estas áreas de quemas, un total de 230 áreas se encuentran en el municipio de Bella Flor, seguido por Santa Rosa con 148, Filadelfia con 69, Porvenir con 43, Bolpebra con 39, Ingavi con 22, El Sena con 21 y los demás municipios con menos de 20 cicatrices de quemas, el municipio de Santo Mercado no presentó cicatrices de quemas representativas. Figura 28.

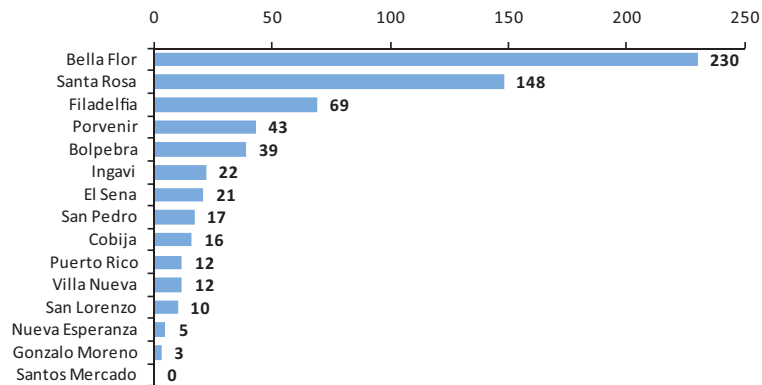


Figura 28. Numero de áreas de cicatrices de quemas por municipios en Pando el 2010
Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA 2010.

Por otro lado si estas áreas de cicatrices de quemas cuantificamos por su superficie, los resultados muestran que el municipio de Bella Flor es el mayor con una superficie de 13,074 hectáreas, seguido por El Sena con 7,635, San Pedro con 3,803, Ingavi con 2,600, Santa Rosa con 2,300, Porvenir con 1,312, Puerto Rico con 1,168, Filadelfia con 1,095, San Lorenzo con 1,006, y los demás municipios presentan superficie menores a 1,000 hectáreas. Figura 29 y 30.

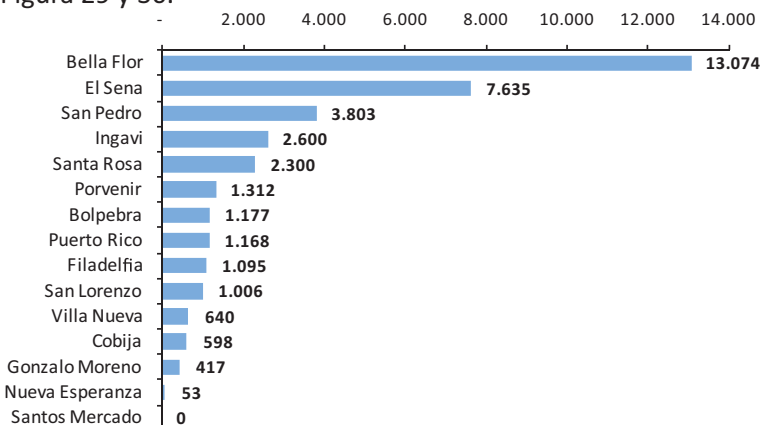


Figura 29. Superficie de áreas quemadas (cicatrices) por municipios en Pando el 2010
Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA 2010

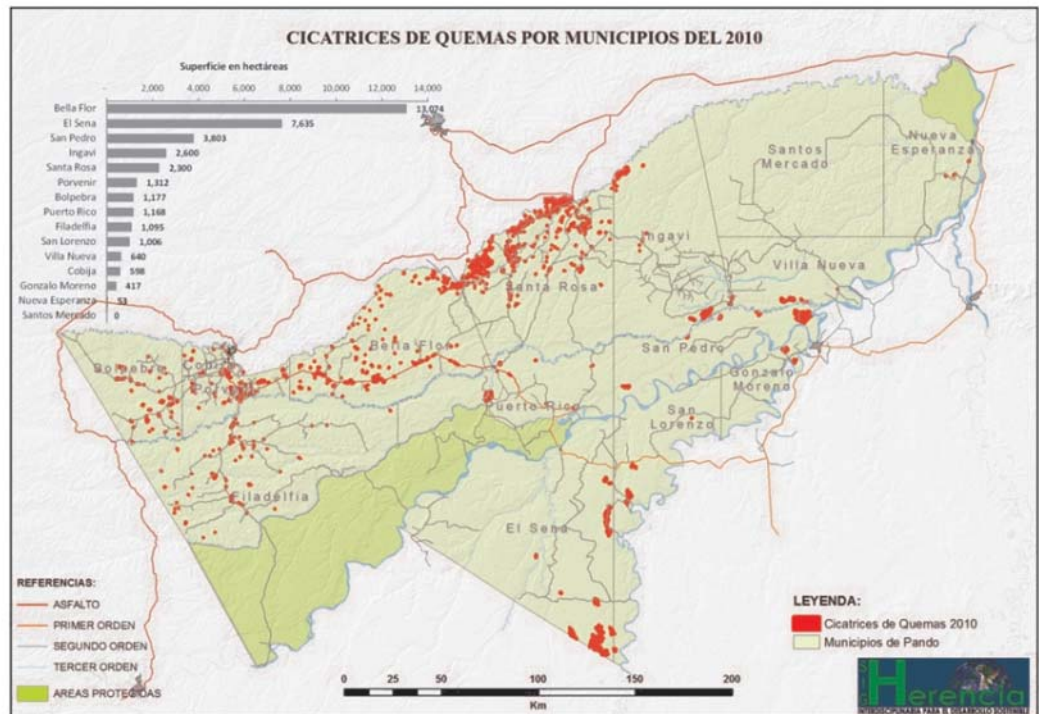


Figura 30. Mapa de superficie de áreas quemadas (cicatrices) por municipios en Pando el 2010
Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA 2010

PROXIMIDAD DE CICATRICES DE QUEMAS 2010 EN VÍAS DE ACCESO EN PANDO

La proximidad de las cicatrices de quemas en Pando varía en función de la distancia; para esto tomamos los caminos representativos de Pando en un área de influencia cada 1 km hasta llegar a los 3 km, para mostrar el número de cicatrices de quemas por la distancia de 1 km, se sobrepuso a los 1 km cercanas a las carreteras y se obtuvo una cantidad de 307 cicatrices de quemas, para una distancia de 1 a 2 km se sobrepusieron 157 cicatrices de quemas, para una distancia de 2 a 3 km se sobrepusieron una cantidad de 135 cicatrices de quemas y 223 cicatrices de quemas se encuentran fuera de los 3 km de distancia. Cuadro 7., Figura 31.

Distancia	FC	% FC
0 a 1 km	307	37%
1 a 2 km	157	19%
2 a 3 km	135	16%
fuera de 3 km	223	27%
Total	822	100%

Cuadro 7. Numero de áreas quemadas (cicatrices de quemas) en vías de acceso en Pando.
Elaboración Propia con datos de HERENCIA.

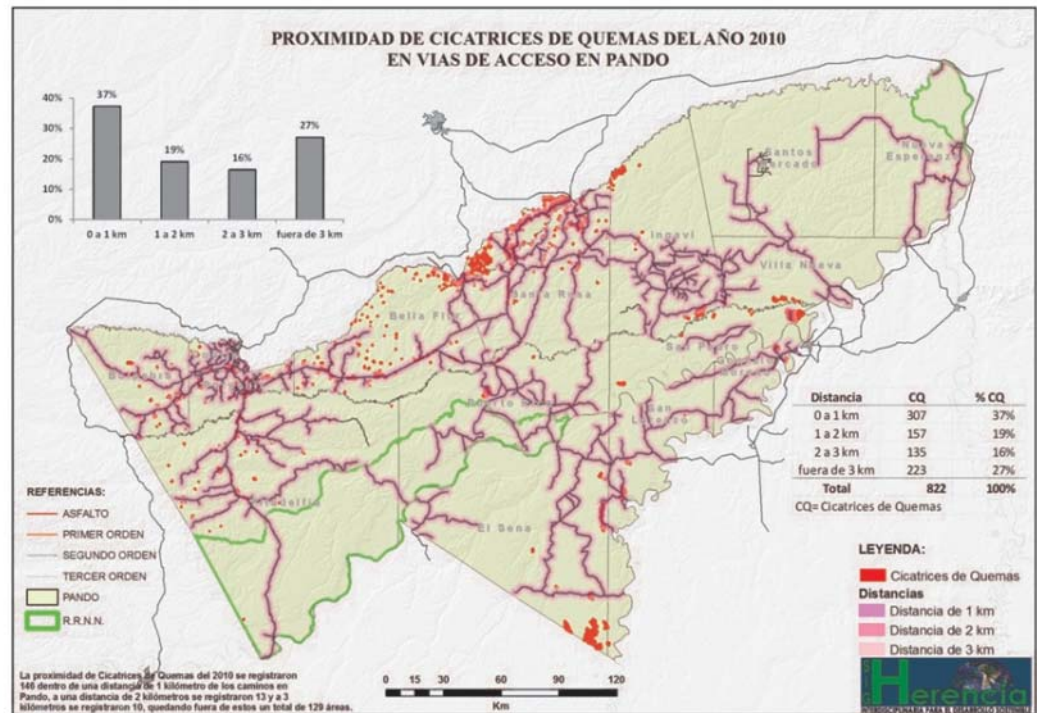


Figura 31. Mapa de número de áreas quemadas (cicatrices de quemas) en vías de acceso principales y secundarias en Pando. Elaboración Propia con datos de HERENCIA.

CICATRICES DE QUEMAS EL 2010 EN EL MAPA DE VEGETACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE PANDO (HERENCIA - RUMBOL 2009)

Las cicatrices de quemadas se sobrepusieron con el mapa de Vegetación de Norte Amazónico de Bolivia realizado por HERENCIA - RUMBOL 2009 mostrando los siguientes resultados:

En relación al número de áreas que se crearon con esta sobre-posición, de las 1,112 áreas de quemadas dentro de las series de vegetación, de estas 360 áreas se encuentran en la serie "Antrópico", seguido por la serie "A01 (Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos)" con 221 áreas, la serie "A02 (Bosque amazónico de Castaña y Masaranduva del noroeste de Pando sobre suelos mesotróficos)" con 104, la serie "A34 (Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del este de Pando)" con 72 áreas, la serie A55. Bosque inundable de aguas mixtas del Alto Río Abuná con 62 áreas, la de A43. Bosque pantanoso de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando con 57 y las demás series con menor de 50 cicatrices de quemadas. Cuadro 8, y Anexos.

NRO.	SERIE DE VEGETACION	Nro de CQ	Sup. Ha
1	Antrópico	360	8,590
2	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	221	4,418
3	A02. Bosque amazónico de Castaña y Masaranduva del noroeste de Pando sobre suelos mesotróficos	140	2,039
4	A34. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del este de Pando	72	4,123
5	A55. Bosque inundable de aguas mixtas del Alto Río Abuná	62	3,617
6	A43. Bosque pantanoso de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	57	326
7	A37. Bosques de sartenejal sobre arenas blancas del este de Pando y noroeste del Beni	40	850
8	A27. Bosque aluvial de aguas negras fluyentes del noreste de Pando	25	405
9	A26. Bosque aluvial de aguas negras fluyentes del centro-oeste de Pando	16	343
10	A52. Sabanas arbolado-arbustivas anegables del Heath-Bajo-Madidi	15	5,742
11	A50. Sabanas arbolado-arbustivas anegables de Pando	13	2,056
12	A06. Bosque amazónico de Cusi y Morado de Pando oriental	12	117
13	A56. Bosque inundable de aguas mixtas de la llanura aluvial del Bajo Río Orthon	12	978
14	A13. Bosque maduro de Várzea de aguas fluyentes de Pando	11	234
15	A57. Bosque ribereño de aguas mixtas del Bajo Río Orthon	9	153
16	A44. Palmar inundado de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	8	19
17	A33. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del centro-oeste de Pando	6	63
18	A36. Bosque de sartenejal de tierra firme depresionada del centro-oeste de Pando	6	49
19	A60. Complejo de vegetación acuática y palustre amazónica de aguas blancas	6	718
20	A22. Bosque maduro de Várzea de aguas estancadas de Pando, en bajíos	5	863
21	A53. Bosque inundable de aguas mixtas del Río Manuripi	3	791
22	A62. Herbazal pantanoso amazónico de Pando	3	181
23	A04. Bosque de colinas con Tacuara del noroeste de Pando	2	14
24	A42. Palmar amazónico de aguas negras estancadas del Heath-Bajo Madidi	2	59
25	A63. Herbazal pantanoso amazónico del Heath-Bajo Madidi	2	44
26	A03. Bosque amazónico de colinas arenosas del noroeste de Pando	1	3
27	A14. Bosques inmaduros de Várzea de aguas fluyentes de Pando	1	54
28	A24. Bosques inmaduros ralos, tacuariales y arbustales de Várzea de aguas estancadas de Pando	1	24
29	A41. Palmar amazónico de aguas negras estancadas de Pando y Beni norte	1	1
TOTAL		1112	36,873

Cuadro 8. Superficie de áreas quemadas (cicatrices) en Pando el 2010 sobre el Mapa de Vegetación.
Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA -RUMBOL 2009.

CICATRICES DE QUEMAS DEL 2010 EN LAS AREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO

Las cicatrices de quemas se superpusieron con el mapa de Áreas Prioritarias de Conservación y Uso Sostenible del Norte Amazónico de Bolivia realizado por HERENCIA - RUMBOL 2009 mostraron los siguientes resultados:

En relación al número de áreas que se crearon con esta sobre-posición, se identificaron un total de 338 áreas, de estas 295 cicatrices de quemas se encuentran dentro de la Unidad 04. CUENCAS ALTAS ABUNÁ-CHIPAMANU, 15 dentro de 12. VÁRZEA DEL BAJO RIO BENI E IGAPÓ MIXTO DEL BAJO ORTHON, 11 dentro de 06. PAMPAS DEL HEATH E IXIAMAS, 7 dentro de 11. CUENCAS ARROYOS MANU Y NEGRO-PACAHUARAS, las demás unidades con menos de 4 cicatrices de quemas. Cuadro 9. Figura 32.

AREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE	CQ	% CQ
01. RESERVA MANURIPI	3	0.9%
02. PALMARES Y HUMEDALES DEL RÍO TAHUAMANU-ORTHON	3	0.9%
04. CUENCAS ALTAS ABUNÁ-CHIPAMANU	295	87.3%
05. COLINAS ACRE	4	1.2%
06. PAMPAS DEL HEATH E IXIAMAS	11	3.3%
11. CUENCAS ARROYOS MANU Y NEGRO-PACAHUARAS	7	2.1%
12. VÁRZEA DEL BAJO RIO BENI E IGAPÓ MIXTO DEL BAJO ORTHON	15	4.4%
TOTAL	338	100%

Cuadro 9. Superficie de áreas de cicatrices de quemas por Áreas Prioritarias de Conservación y Uso Sostenible del N.A.B.

Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA -RUMBOL 2009.

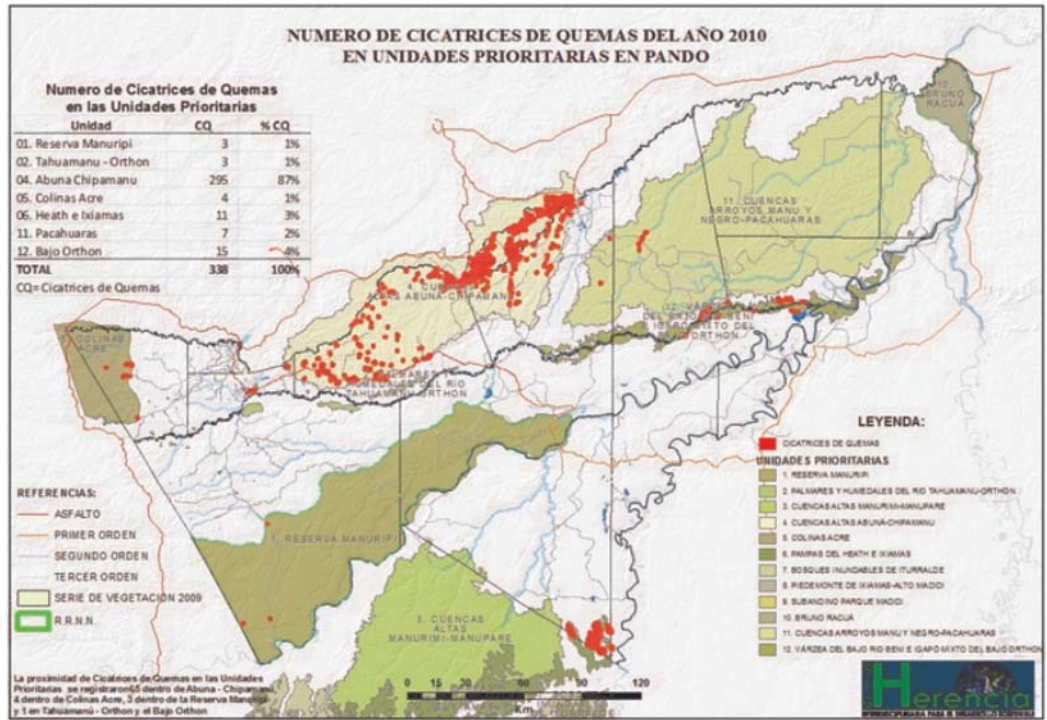


Figura 32. Mapa de número de cicatrices de quemas por Unidades Prioritarias del N.A.B. Fuente: Elaboración Propia con datos de HERENCIA -RUMBOL 2009.

CONCLUSIONES

Se realizó un análisis general de los focos de calor y su relación con fuentes de información como Tenencia de la Tierra, Series de Vegetación, Áreas Prioritarias de Conservación y Uso Sostenible, Vías de Acceso. Este análisis, nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

La incidencia del fuego en el departamento de Pando es un fenómeno creciente. En el contexto nacional en el período entre 1998 - 2010 la tendencia del departamento Pando ha venido creciendo. Estando en cuarto lugar de incidencia de focos de calor por debajo de La Paz, Beni y Santa Cruz.

El año 2005 fue el de mayor incidencia de focos de calor en Pando con más de 4000. El año 2010 fue el segundo con más de 3000 focos de calor y el 2007 fue el tercero en importancia con más de 2000 focos de calor.

Los días que tuvieron mayor incidencia de focos de calor se registraron en el mes de septiembre.

Los caminos principales que cruzan el departamento de Pando, presenta una mayor densidad en el oeste, norte y sudeste del departamento que son límites administrativos también presentan altas densidades de focos de calor.

Los municipios más afectados respecto a los focos de calor el 2010 son municipios que limitan o están cerca de importantes vías de acceso como Bella flor, en ella se encuentra la carretera Cobija - Riberalta, y que limita con el Brasil en un área cercana a la vía Interoceánica-Sur. El municipio de Puerto Rico por el que pasa la carretera fundamental Cobija - Peña Amarilla, y el municipio de San Lorenzo por el que pasa la carretera Peña Amarilla - Riberalta, son otros ejemplos.

El 2010, en lo que se refiere a la Propiedad Agraria de acuerdo a los datos del INRA-Pando (2011), en las Comunidades Campesinas y Tierras Fiscales se registraron la mayor incidencia de focos de calor, seguido por la de Comunidades Indígenas. Reconociendo que los datos proporcionados por el INRA (2011) son actualizados y que el período 2009 - 2010 se produjo una migración de campesinos del occidente a Tierras Fiscales, se estima que los resultados de este análisis pueden estar validados.

El Tipo de Vegetación que presenta mayor incidencia de focos de calor en el período de quemadas del departamento de Pando es el Bosque Amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos, seguido por la serie Antrópico y el Bosque amazónico de Castaña y Masaranduva del noroeste de Pando sobre suelos mesotróficos.

Esto demuestra que a pesar que hubo focos de quemas en áreas Antrópicas, la mayor cantidad de registros se presentaron en áreas boscosas que produce una reducción de la biomasa en 3 Tipos de Vegetación muy importantes para el departamento, sobre todo porque ellos contienen castaña (*Bertholletia excelsa*).

Con respecto a las Unidades Prioritarias, en Pando se registraron importantes focos de calor, la unidad más afectada resulto ser la de Cuencas Altas Abuná-Chipamanu, seguida de Colinas Acre y Várzea del Bajo Rio Beni e Igapó Mixto del bajo Orthon.

REFERENCIAS

Anaya JA. Estimación mensual de emisiones por biomasa quemada para Colombia basado en imágenes de satélite. Madrid, España: UNIVERSIDAD DE ALCALÁ: 2009.

Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Políticas y Plan Nacional de Prevención y control de Incendios Forestales en Bolivia. La Paz: BOLFOR - OFDA/LAC: 2003.

Bolivia. Ministerio de Desarrollo sostenible y Medio Ambiente. Plan de Uso del Suelo del Departamento de Pando. La Paz, Bolivia: ZONISIG - DHV Consultores - ITC Holanda: 1997.

Bolivia. Ministerio de Desarrollo sostenible y Medio Ambiente, Superintendencia Forestal. Reglamentación Especial de Desmontes y quemas controladas (Resolución ministerial N° 131/97). La Paz, Bolivia: BOLFOR: 1997.

Bolivia. Ministerio de Desarrollo sostenible y Medio Ambiente. Zonificación Agroecológica y Económica y Perfil Ambiental del Departamento de Pando. La Paz, Bolivia: ZONISIG - DHV Consultores - ITC Holanda: 1997.

Bolivia. Ministerio de Desarrollo sostenible y Medio Ambiente. Zonificación Agroecológica y Económica y Perfil Ambiental del Departamento de Pando. La Paz, Bolivia: ZONISIG - DHV Consultores - ITC Holanda: 1997.

Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Monitoramento de Queimadas. São Paulo, Brasil: INPE-CPTEC: 2006 Web: <http://www.cptec.inpe.br/queimadas/apresentacao.htm>

Brown IF, Schroeder W, Setzer A, Los Ríos Maldonado M de, Pantoja N, Duarte A, Marengo J. 2006. Monitoring Fires in Southwestern Amazonia Rain Forest. En: EOS, Transactions, American Geophysical Union. 2006. 87(26):253-264

Chuvieco E, Martín M, Ventura G. Evaluación de imágenes NOAA-AVHRR y TERRA-MODIS para cartografía regional de áreas quemadas. Madrid, España: Departamento de Geografía - Universidad de Alcalá.

Cordero W, Rojas D, Tito N. Sistema de alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF) Evaluación de Incendios Forestales 2001. Santa Cruz, Bolivia: Superintendencia Forestal - Proyecto BOLFOR: 2002.

Cots R, Cardona E. Alerta: Fuegos en Pando. Impactos de las quemadas de 2005 en el departamento. La Paz, Bolivia: HERENCIA: 2006.

França H. Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no Cerrado com imagens AVHRR/NOAA. 2000. 161 p. Tesis (Doctorado en Ciencias)-Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil: 2000.

FERREIRA NC. Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N. Sao Paulo, Brasil: Oficina de Textos: 2004.

Fuentes H, Selaya G. Evolución de Focos de Calor en Bolivia e Implicaciones Transfronterizas del Humo de Incendios Forestales. En: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. p. 7982-7987. 1 DVD. ISBN: 978-85-17-00057-7

Navarro G, Ferreira W. Mapa de Vegetación y Unidades Ambientales del Norte Amazónico de Bolivia (mapa ambiental). Cobija, Pando-Bolivia, Departamento SIG-HERENCIA, 2010.

Loboda T, Csiszar I. Reconstruction of fire spread within wildland fire events in Northern Eurasia from the MODIS active fire product. En: Global and Planetary Change 56:258-273.

Luque SM. Caracterización de focos de calor de acuerdo a la Vegetación, Cobertura Y Uso De La Tierra en el departamento de Santa Cruz Bolivia para el período de quema de los años 2007-2009. Cochabamba, Bolivia: CLAS: 2009.

Martínez MJ, Morales G, Villegas Z, Malla M. Fuego en el Pantanal: Incendios Forestales y pérdidas de recursos de biodiversidad en San Matías-Santa Cruz. La Paz, Bolivia: UARGM - CEDURE - PIEB: 2003

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible I, Corporación Andina de Fomento. BOLIVIA Determinación del daño causado por incendios forestales ocurridos en los departamentos de Santa Cruz-Beni en los meses de agosto y septiembre de 1999. Informe Final. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR I - CAF, 2000.

Republica de Bolivia. Reglamento de la Nueva Ley Forestal D.S. N°. 24453. (21 de diciembre de 1996)

República de Bolivia. Ley Forestal No. 1700 (12 de julio de 1996)

Resnikowski H. Análisis de la distribución y ocurrencia de focos de calor en Bolivia en los años 1998 - 2006. Santa Cruz, Bolivia: Superintendencia Forestal. Intendencia de Desarrollo Forestal: 2007. (Proyecto "Combate a la deforestación ilegal e incendios del bosque Boliviano)

Zerda HR, Quemadas e incendios en el proceso de cambios de usos de la tierra en la provincia de Santiago del Estero. En: "Cambios y problemas ambientales: perspectivas para la acción". Universidad Nacional de Santiago del Estero: Brujas, p. 275-294. ISBN: 978-987-22475-8-4

ANEXO I
CUADROS

CUADRO: CICATRICES DE QUEMAS 2010 Vs. UNIDADES DE VEGETACIÓN
POR MUNICIPIO EN PANDO

MUNICIPIO	CICATRICES DE QUEMAS Vs SERIE DE VEGETACIÓN	Nro de área por SERIE	SUPERFICIE ha
BELLA FLOR	Antrópico	131	3,122
	A02. Bosque amazónico de Castaña y Masaranduva del noroeste de Pando sobre suelos mesotróficos	89	1,746
	A55. Bosque inundable de aguas mixtas del Alto Río Abuná	54	3,327
	A34. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del este de Pando	34	3,630
	A43. Bosque pantanoso de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	28	243
	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	27	624
	A27. Bosque aluvial de aguas negras fluyentes del noreste de Pando	18	269
	A33. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del centro-oeste de Pando	3	3
	A44. Palmar inundado de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	3	3
	A36. Bosque de sartenejal de tierra firme depresionada del centro-oeste de Pando	2	19
	A13. Bosque maduro de Várzea de aguas fluyentes de Pando	1	1
	A26. Bosque aluvial de aguas negras fluyentes del centro-oeste de Pando	1	82
	TOTAL BELLA FLOR	391	13,069
SANTA ROSA	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	59	383
	Antrópico	45	563
	A37. Bosques de sartenejal sobre arenas blancas del este de Pando y noroeste del Beni	38	583
	A34. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del este de Pando	32	286
	A02. Bosque amazónico de Castaña y Masaranduva del noroeste de Pando sobre suelos mesotróficos	29	142
	A43. Bosque pantanoso de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	17	67
	A26. Bosque aluvial de aguas negras fluyentes del centro-oeste de Pando	14	87
	A27. Bosque aluvial de aguas negras fluyentes del noreste de Pando	5	130
A55. Bosque inundable de aguas mixtas del Alto Río Abuná	5	53	
A44. Palmar inundado de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	2	6	
	TOTAL SANTA ROSA	246	2,300
FILADELFIA	Antrópico	59	904
	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	35	166
	A43. Bosque pantanoso de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	7	16
	A02. Bosque amazónico de Castaña y Masaranduva del noroeste de Pando sobre suelos mesotróficos	2	4
	A13. Bosque maduro de Várzea de aguas fluyentes de Pando	1	0
	A22. Bosque maduro de Várzea de aguas estancadas de Pando, en bajos	1	5
A33. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del centro-oeste de Pando	1	0	
	TOTAL FILADELFIA	106	1,095
BOLPEBRA	Antrópico	38	922
	A02. Bosque amazónico de Castaña y Masaranduva del noroeste de Pando sobre suelos mesotróficos	20	146
	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	13	86
	A13. Bosque maduro de Várzea de aguas fluyentes de Pando	3	7
	A04. Bosque de colinas con Tacuara del noroeste de Pando	2	14
A03. Bosque amazónico de colinas arenosas del noroeste de Pando	1	3	
	TOTAL BOLPEBRA	77	1,177
PORVENIR	Antrópico	38	798
	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	23	469
	A44. Palmar inundado de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	3	10
	A22. Bosque maduro de Várzea de aguas estancadas de Pando, en bajos	2	15
	A13. Bosque maduro de Várzea de aguas fluyentes de Pando	1	20
A43. Bosque pantanoso de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	1	0	
	TOTAL PORVENIR	68	1,312
INGAVI	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	15	252
	Antrópico	12	577
	A34. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del este de Pando	5	169
	A57. Bosque ribereño de aguas mixtas del Bajo Río Orthon	4	61
	A43. Bosque pantanoso de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	3	1
	A55. Bosque inundable de aguas mixtas del Alto Río Abuná	3	237
	A27. Bosque aluvial de aguas negras fluyentes del noreste de Pando	2	6
	A37. Bosques de sartenejal sobre arenas blancas del este de Pando y noroeste del Beni	2	267
	A56. Bosque inundable de aguas mixtas de la llanura aluvial del Bajo Río Orthon	2	572
	A60. Complejo de vegetación acuática y palustre amazónica de aguas blancas	2	457
	TOTAL INGAVI	50	2,599

MONITOREO DE FOCOS DE CALOR Y QUEMAS EN EL DEPARTAMENTO DE PANDO 2010

EL SENA	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	18	616
	A52. Sabanas arbolado-arbustivas anegables del Heath-Bajo-Madidi	13	5,598
	A50. Sabanas arbolado-arbustivas anegables de Pando	6	1,257
	A42. Palmar amazónico de aguas negras estancadas del Heath-Bajo Madidi	2	59
	A63. Herbazal pantanoso amazónico del Heath-Bajo Madidi	2	44
	A36. Bosque de sartenejal de tierra firme depresionada del centro-oeste de Pando	1	11
	A53. Bosque inundable de aguas mixtas del Río Manuripi	1	11
	Antrópico	1	40
TOTAL EL SENA		44	7,635
SAN PEDRO	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	13	1,668
	Antrópico	9	746
	A13. Bosque maduro de Várzea de aguas fluyentes de Pando	4	205
	A56. Bosque inundable de aguas mixtas de la llanura aluvial del Bajo Río Orthon	4	106
	A60. Complejo de vegetación acuática y palustre amazónica de aguas blancas	3	146
	A22. Bosque maduro de Várzea de aguas estancadas de Pando, en bajos	2	843
	A57. Bosque ribereño de aguas mixtas del Bajo Río Orthon	2	9
	A14. Bosques inmaduros de Várzea de aguas fluyentes de Pando	1	54
	A24. Bosques inmaduros ralos, tacuarales y arbustales de Várzea de aguas estancadas de Pando	1	24
	A43. Bosque pantanoso de arroyos de aguas claras del centro-oeste de Pando	1	0
TOTAL SAN PEDRO		40	3,803
COBIJA	Antrópico	12	496
	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	9	98
	A13. Bosque maduro de Várzea de aguas fluyentes de Pando	1	0
	A36. Bosque de sartenejal de tierra firme depresionada del centro-oeste de Pando	1	3
	A62. Herbazal pantanoso amazónico de Pando	1	1
TOTAL COBIJA		24	598
VILLA NUEVA	A06. Bosque amazónico de Cusi y Morado de Pando oriental	7	64
	Antrópico	5	16
	A56. Bosque inundable de aguas mixtas de la llanura aluvial del Bajo Río Orthon	3	257
	A57. Bosque ribereño de aguas mixtas del Bajo Río Orthon	3	83
	A62. Herbazal pantanoso amazónico de Pando	2	180
	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	1	1
A34. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del este de Pando	1	39	
TOTAL VILLA NUEVA		22	640
PUERTO RICO	Antrópico	8	111
	A56. Bosque inundable de aguas mixtas de la llanura aluvial del Bajo Río Orthon	3	43
	A33. Bosque de llanura aluvial de aguas negras estancadas del centro-oeste de Pando	2	60
	A53. Bosque inundable de aguas mixtas del Río Manuripi	2	779
	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	1	1
	A26. Bosque aluvial de aguas negras fluyentes del centro-oeste de Pando	1	174
	A41. Palmar amazónico de aguas negras estancadas de Pando y Beni norte	1	1
TOTAL PUERTO RICO		18	1,168
SAN LORENZO	A50. Sabanas arbolado-arbustivas anegables de Pando	7	799
	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	6	47
	A36. Bosque de sartenejal de tierra firme depresionada del centro-oeste de Pando	2	17
	A52. Sabanas arbolado-arbustivas anegables del Heath-Bajo-Madidi	2	143
TOTAL SAN LORENZO		17	1,006
NUEVA ESPERANZA	A06. Bosque amazónico de Cusi y Morado de Pando oriental	5	53
TOTAL NUEVA ESPERANZA		5	53
GONZALO MORENO	Antrópico	2	296
	A01. Bosque amazónico de Castaña del centro-oeste de Pando sobre suelos oligotróficos	1	6
	A60. Complejo de vegetación acuática y palustre amazónica de aguas blancas	1	115
TOTAL GONZALO MORENO		4	417
TOTAL GENERAL		1,112	36,873

ANEXO II
MAPAS

