

INFORME TÉCNICO FINAL

ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LOS INCENDIOS FORESTALES ASOCIADOS A LAS SEQUÍAS Y LA FASE CÁLIDA DE EL ENOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CALI

PROGRAMA CONVOCATORIA INTERNA PARA PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN 2-2014

FACULTAD DE INGENIERÍA

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y
SUELOS – IREHISA

UNIVERSIDAD DEL VALLE

SANTIAGO DE CALI, JULIO DE 2016

Contenido

1. Datos generales del Proyecto	3
2. Resumen ejecutivo:	3
3. Síntesis del proyecto:.....	4
4. Productos:	9
4.1. Cuadro de resultados de conocimiento	9
4.2. Cuadro de compromisos adquiridos.....	14
5. Impacto actual o potencial de los resultados:	17

Fecha	Día	Mes	Año
	13	07	2016

1. Datos generales del Proyecto

Código del proyecto:	2798
Título del proyecto:	Análisis espacio-temporal de los incendios forestales asociados a las sequías y la fase cálida de El ENOS en la zona rural del municipio de Cali
Facultad:	Ingeniería
Departamento:	Escuela de Recursos Naturales y del Ambiente - EIDENAR
Grupo (s) de investigación:	Ingeniería de Recursos Hídricos y Suelos

Investigadores	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Henry Jiménez Escobar	8 horas/semana	8 horas/semana
Coinvestigadores	Yesid Carvajal Escobar	2 horas/semana	2 horas/semana
	Faisury Cardona Guerrero	10 horas/semana	10 horas/semana
	Juan David López García	10 horas/semana	10 horas/semana

2. Resumen ejecutivo:

Mediante la convocatoria interna para la conformación del banco de proyectos de investigación 2-2014, N° 2798, la Universidad del Valle en cabeza del grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos y Suelos IREHISA, realizó el análisis espacio-temporal de los incendios forestales asociados a las sequías y la fase cálida de El ENOS en la zona rural del municipio de Cali. Colombia es un país propenso a catástrofes y desastres naturales, los cuales están directamente asociados a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, como el caso de la fase cálida del fenómeno ENOS (El Niño), la cual está fundamentalmente asociada con la disminución de la precipitación y caudal de los ríos colombianos, con algunas variaciones espaciales en cuanto a duración e intensidad, de donde se derivan períodos de estiaje que afectan la población y diversos sectores económicos y ambientales. Uno de los principales desastres socio-naturales a los que el

país es más susceptible, a causa de fenómenos hidrometeorológicos como la sequía, son los incendios forestales, que son una de las principales causas del deterioro y pérdida de la flora y la fauna del país; además de contaminar el aire y el agua, contribuyen al efecto invernadero, originan degradación de los suelos, disminuyen la oferta alimentaria, aumentan la escorrentía y el potencial de erosión, que a su vez, repercuten en el incremento de situaciones de emergencia por deslizamientos, avalanchas e inundaciones, en épocas de lluvias, con efectos negativos directos en la vida humana y la pérdida o deterioro de bienes y del medio ambiente, entre otros efectos.

En la investigación se aplicaron modelos estadísticos para identificar el comportamiento de las precipitaciones asociadas a eventos extremos mínimos; posterior a esto se evaluó el comportamiento espacio-temporal de las sequías meteorológicas con el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI); se aplicó el Índice de Prioridad de Defensa frente a Incendios Forestales y finalmente se caracterizó las zonas de prioridad de defensa frente a incendios forestales a través del análisis de paisaje.

El período común de registro seleccionado fue entre 1971 y 2011, la funciones Log Pearson III es la que mejor representa los datos según las pruebas de ajuste para las series mínimas trimestrales, semestrales y anuales. Con el SPI se lograron evaluar diferentes parámetros de las sequías, tales como intensidad, magnitud, frecuencia, duración y cobertura espacial. Con el Índice de Prioridad de Defensa (IPD) se identificó que 92 de los eventos, correspondientes al 53,2%, se presentaron en la zona peri-urbana, seguida por los corregimientos de Los Andes y Montebello, con el 33,5%. En el análisis paisajístico se definieron seis (6) unidades de paisajes o zonas homogéneas en cada corregimiento de acuerdo a sus potencialidades y/o debilidades. Los resultados de la caracterización de la zona de estudio permitió establecer la influencia que tiene las actividades humanas en la ocurrencia de las incendios forestales, debido a que estos se han presentado en áreas que el hombre las ha ido adecuando para su posterior ocupación, siendo la principal causa amenazante del Parque Natural los Farallones y la Zona de Reserva. Esto se debe a la presión ejercida por la zona urbana, que hace que una población busque un bienestar o una mejor calidad de vida, es decir mayor área para construir, un lugar de menor temperatura que la zona urbana, menos concentración de población.

3. Síntesis del proyecto:

El Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos y Suelos - IREHISA de la Universidad del Valle, desarrolló el proyecto denominado *“Análisis espacio-temporal de los incendios forestales asociados a las sequías y la fase cálida de El ENOS en la zona rural del municipio de Cali”* con el objetivo de analizar el comportamiento espacio-temporal de los

incendios forestales y su relación con las sequías y la fase cálida del ENOS en la zona rural del municipio de Cali. Colombia es un país propenso a catástrofes y desastres naturales, los cuales están directamente asociados a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, como el caso de la fase cálida del fenómeno ENOS (El Niño), la cual está fundamentalmente asociada con la disminución de la precipitación y caudal de los ríos colombianos, con algunas variaciones espaciales en cuanto a duración e intensidad, de donde se derivan períodos de estiaje que afectan la población y diversos sectores económicos y ambientales. Uno de los principales desastres socio-naturales a los que el país es más susceptible, a causa de fenómenos hidrometeorológicos como la sequía, son los incendios forestales, que son una de las principales causas del deterioro y pérdida de la flora y la fauna del país; además de contaminar el aire y el agua, contribuyen al efecto invernadero, originan degradación de los suelos, disminuyen la oferta alimentaria, aumentan la escorrentía y el potencial de erosión, que a su vez, repercuten en el incremento de situaciones de emergencia por deslizamientos, avalanchas e inundaciones, en épocas de lluvias, con efectos negativos directos en la vida humana y la pérdida o deterioro de bienes y del medio ambiente, entre otros efectos.

De acuerdo con los registros nacionales del período comprendido entre 1986 y 2002, han sido reportados 14.492 eventos de incendios forestales y se ha presentado una afectación de cerca de 400.788 hectáreas. Bajo este contexto, el Grupo IREHISA se propuso a analizar el comportamiento espacio-temporal de los incendios forestales y su relación con las sequías y la Fase cálida del ENOS en la zona rural del municipio de Cali, como componente principal para la implementación de políticas y herramientas de control y mitigación, y la identificación y análisis de los factores climáticos, espaciales y del paisaje que inciden y/o propician la generación y propagación de los incendios forestales en la zona rural de Cali.

El informe está basado en la totalidad de las actividades del proyecto, relacionadas con el objetivo uno, dos, tres y cuatro; en la fase de aprestamiento se realizó la descripción de las características generales del municipio de Cali como localización, uso de suelo, ecosistemas, etc. Además de la evaluación de las condiciones naturales de la zona. Con respecto a las actividades del objetivo 1 —que consistió en analizar la Variabilidad Climática de la zona rural del municipio de Cali, mediante el software Rclimindex y el análisis de frecuencia de precipitaciones mínimas— se seleccionaron 24 estaciones para el análisis hidrometeorológico del municipio, de acuerdo a criterios de ubicación, longitud de las series de datos y distribución espacial. Se realizó la recopilación de información y organización de las series de datos mensuales, para las estaciones seleccionadas, de las bases de datos entregadas por la CVC. Se determinó el año de inicio de la estación y el último registro disponible, se seleccionó como período común de registro los años comprendidos entre 1971 y 2011. Y se realizaron hidrogramas, diagramas de caja, descripción numérica y pruebas de normalidad a la información mensual de precipitación. Se realizó el análisis de frecuencia con las funciones Gumbel, LogNormal y LogPearson III,

siendo esta última, la que mejor representa los datos según las pruebas de ajuste para las series mínimas trimestrales, semestrales y anuales. Como resultado se obtuvo los períodos de retorno, los cuales oscilaron entre 0 y 300 mm para agrupación trimestral, predominando las precipitaciones menores o iguales a 100 mm en más de 50% del área del municipio. Para los períodos de retorno semestral se presentaron valores entre 0 y 1.200 mm, predominando las precipitaciones entre 300 y 450 mm para los períodos de retorno de 5 y 20 años, mientras que para el período de retorno 50 años aproximadamente el 42% del área podría presentar precipitaciones menores a 300 mm. Finalmente, para la agrupación anual, osciló entre 0 y 3.000 mm en los tiempos de retorno espacializados, más del 70% del área podría presentar precipitaciones menores a 1.500 mm.

En el objetivo 2 —enfocado a evaluar el comportamiento espacio-temporal de las sequías meteorológicas, en sus componentes inicio, fin, duración y frecuencia en la zona de estudio, utilizando el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI)—esto permitió cuantificar el déficit de precipitación para tres escalas de tiempo, trimestral (relevante para la agricultura y otras actividades rurales), semestral y anual (relevantes para evaluar la disponibilidad de agua), con los cuales se logró identificar las sequías más intensas durante el período evaluado y las de mayor duración durante los últimos 40 años. El SPI fue desarrollado por Mckee et al. (1993), reconocido por su facilidad de uso a diferentes escalas temporales, y porque aporta mejores resultados que otros índices para explicar los impactos de la sequía (Guttman, 1998; Vicente & López, 2005). Mediante el uso del SPI, se lograron evaluar diferentes parámetros de las sequías, tales como intensidad, magnitud, frecuencia, duración y cobertura espacial, resultados que se constituyen en un insumo importante para la planificación, ordenamiento territorial y gestión integral del riesgo. Se presentaron los resultados preliminares en el Simposio de Eventos Extremos: un reto frente a la Variabilidad y el Cambio Climático.

En el objetivo 3, —dirigido a aplicar el Índice de Prioridad de Defensa frente a Incendios Forestales con el uso de Sistemas de Información Geográfica para determinar las principales zonas de los corregimientos de Cali susceptibles a incendios forestales— se realizó una vez identificadas las zonas donde el SPI fue más intenso y con mayor frecuencia, luego se procedió a visitarlas, se elaboraron encuestas donde fue posible constatar que el 74% de las personas encuestadas, en las comunidades visitadas, no se encuentran preparadas para hacer frente a los incendios forestales, aun cuando los registros muestran que históricamente han sido afectadas. Se concluye que se presenta una alta correlación entre el número de incendios y los meses del año en los que se reducen las precipitaciones, como consecuencia de la variabilidad estacional. Con esto se ratifica la fuerte influencia que tiene la disminución de las precipitaciones sobre la ocurrencia de incendios forestales. Se identificó que 92 de los eventos, correspondientes al 53,2%, se presentaron en la zona peri-urbana, seguida por los corregimientos de Los Andes y Montebello, con el 33,5%; cabe destacar que en estos corregimientos se encuentran 2 de los lugares más turísticos

ubicados dentro de un sistema forestal, El Cerro de Cristo Rey y el Cerro de las Tres Cruces, respectivamente, corroborando la estrecha relación entre la presencia del hombre y la ocurrencia de incendios forestales. Por último resulta pertinente vincular a la metodología del Índice de Prioridad de Defensa, otras variables que pueden ser importantes descritas a continuación: i) Para el riesgo de ignición, pueden ser consideradas el brillo solar, radiación, iluminación, humedad relativa; ii) otras variables que pueden jugar un rol importante en el Riesgo Asociado al Comportamiento, pueden ser el viento, aspecto y red de cortafuegos; iii) finalmente, para la Dificultad de Extinción, puede resultar interesante incorporar tiempos de desplazamiento y distancias desde reservorios, hidrantes y centros de operaciones hasta las zonas afectadas, mediante la elaboración de isócronas. Por ello resulta conveniente incorporar los riesgos de incendios en los Planes de Ordenamiento Territorial y Planes de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas, de la mano con programas de capacitación para la comunidad.

En el objetivo 4, —dirigido a caracterizar las Zonas de Prioridad de Defensa ante incendios forestales en los periodos de bajas precipitaciones y con la presencia de la fase cálida (NIÑO) del ENOS—En el estudio se excluyeron los corregimientos de Navarro y El Hormiguero, ya que es una zona donde predomina el monocultivo de la caña de azúcar y los incendios forestales que se reportan en el lugar están asociados a quemas controladas con fines agrícolas como preparación de terreno o eliminación de desechos por el sector cañero, estas quemas no se consideran incendios forestales, aunque en ocasiones el mal manejo del fuego durante estas prácticas pueden alcanzar pequeños relictos de bosques que aun puedan existir. La interpretación del paisaje de la zona rural del municipio permitió comprender el funcionamiento integrando de todos los elementos que lo componen identificando los factores sociales, ambientales, culturales y políticos que inciden en la ocurrencia de los incendios forestales. Se definieron seis (6) unidades de paisaje o zonas homogéneas en cada corregimiento de acuerdo a sus potencialidades y/o debilidades, las cuales algunas unidades predominan más en unos corregimientos que en otros. Esta clasificación se hizo en toda el área de estudio, ya que la propuesta era realizar la caracterización de las áreas catalogadas como zonas de prioridad de defensa Muy Alto y Alto, es decir las más vulnerables a incendios forestales. Los resultados de la caracterización de la zona de estudio permitió establecer la influencia que tiene las actividades humanas en la ocurrencia de los incendios forestales, debido a que estos se han presentado en áreas que el hombre las ha ido adecuando para su posterior ocupación, siendo la principal causa amenazante del Parque Natural los Farallones de Cali y la Zona de Reserva. Esto se debe a la presión ejercida por la zona urbana, que hace que una población busque un bienestar o una mejor calidad de vida, es decir mayor área para construir, un lugar de menor temperatura que la zona urbana, menos concentración de población.

Como un aporte investigativo adicional se realizó el análisis espacio-temporal de los incendios forestales, asociados a las sequías y la fase cálida de El ENOS en la zona rural del

municipio de Cali, por medio de la participación de un semillero de investigación. También se adelantó la metodología del índice de prioridad de defensa a incendios forestales, la cual fue desarrollada y presentada en forma de guía, la cual permite obtener tres mapas de evaluación de riesgo con los cuales es posible estudiar la distribución espacial del riesgo y determinar aquellas áreas críticas donde se debe priorizar una gestión, prevención y control de incendios forestales.

4. Productos:

4.1. Cuadro de resultados de conocimiento

OBJETIVOS	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBTENIDO	INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO	No. DE ANEXO SOPORTE/PORCENTAJE DE AVANCE	OBSERVACIONES
Fase de aprestamiento	Resultado 1. Caracterización general de la zona de estudio (fisiografía, hidrología, clima, suelo, cobertura vegetal, uso actual del suelo, ecosistemas, etc.).	Se realizó la descripción de las características generales del municipio de Cali como localización, uso de suelo, ecosistemas, etc. Además de la evaluación de las condiciones naturales de la zona.	Informe de caracterización del municipio.	Anexo 1	
Objetivo 1. Analizar la Variabilidad Climática de la zona rural del municipio de Cali, mediante el software RClimDex y el análisis de frecuencia de precipitaciones mínimas.	Resultado 2. Selección de estaciones hidrometeorológicas de la zona de estudio.	Se seleccionaron 24 estaciones para el análisis hidrometeorológico del municipio, de acuerdo a criterios de ubicación, longitud de las series de datos históricos y distribución espacial.	Informe de análisis exploratorio y confirmatorio de datos de Cali.	Anexo 2	
	Resultado 3. Recopilación de información de las variables hidrometeorológicas de la zona de estudio	Se realizó la recopilación de información y organización de las series de datos mensuales, para las estaciones seleccionadas, de las bases de datos entregadas por la CVC.	Informe de análisis exploratorio y confirmatorio de datos de Cali.	Anexo 2	
	Resultado 4. Selección del período común de registro	Se determinó el año de inicio de la estación y el último registro disponible, se seleccionó como periodo común de registro los años comprendidos entre 1971 y 2011.	Informe de análisis exploratorio y confirmatorio de datos de Cali.	Anexo 2	
	Resultado 5. Análisis exploratorio y confirmatorio de datos	Se realizaron hidrogramas, diagramas de caja, descripción numérico y prueba de normalidad a la información mensual de precipitación	Informe de análisis exploratorio y confirmatorio de datos de Cali.	Anexo 2	

OBJETIVOS	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBTENIDO	INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO	No. DE ANEXO SOPORTE/PORCENTAJE DE AVANCE	OBSERVACIONES
	Resultado 6. Cálculo de los índices de extremos climáticos asociados a eventos mínimos, mediante la aplicación de la herramienta RCLimDex.	Análisis RCLimDex de los eventos extremos hidrológicos mínimos en Santiago de Cali, Valle del Cauca.	Informe RCLimDex.	Anexo 3	
	Resultado 7. Análisis de frecuencia de precipitaciones mínimas para diferentes períodos de retorno.	Análisis del comportamiento de las precipitaciones mínimas en el municipio de Cali, por medio del Análisis de Frecuencia (AF), con el fin de conocer las precipitaciones mínimas esperadas en diferentes tiempos de retorno para proporcionar información que constituya un insumo en el control y prevención de incendios forestales.	Análisis de frecuencia para series mínimas de precipitación.	Anexo 4	
Objetivo 2. Evaluar el comportamiento espacio-temporal de las sequías meteorológicas, en sus componentes inicio, fin, duración y frecuencia en la zona de estudio, utilizando el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI).	Resultado 8. Sistematización de la plataforma necesaria para la aplicación del SPI en las escalas de tiempo determinadas para los datos de precipitación trimestral, semestral y anual.	Macro sistematizada para cálculos del SPI a nivel trimestral, semestral y anual para el municipio de Cali.	Macro cálculos del SPI anual.	Anexo 5	
	Resultado 9. Determinación de los eventos de sequía, magnitudes e intensidades.	Los resultados generales indican que la intensidad de las sequías no varía mucho en la zona de estudio, presentando valores de sequías severas (SPI entre -1,5 y -2). Los déficits de precipitación más pronunciados coinciden con los años clasificados como El Niño, en los cuales la NOAA indica sobre la	Informe Análisis espacio-temporal de las sequías más intensas en el municipio de Cali durante el período 1971 - 2011.	Anexo 6	

OBJETIVOS	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBTENIDO	INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO	No. DE ANEXO SOPORTE/PORCENTAJE DE AVANCE	OBSERVACIONES
		intensidad fuerte del fenómeno: 1982-83, 1991-92 y 1997-98.			
	Resultado 10. Frecuencia de ocurrencia de eventos de sequía para diferentes magnitudes.	El número de eventos de sequía fue mayor a escala trimestral, y tiende a disminuir a medida que se aumenta la escala temporal a 6 y 12 meses. Se presentan 946 sequías trimestrales, 504 eventos semestrales y 322 sequías anuales.	Informe Análisis espacio-temporal de las sequías más intensas en el municipio de Cali durante el período 1971 - 2011.	Anexo 6	
	Resultado 11. Cobertura espacial de la sequía.	En el área de estudio se presentó un porcentaje mayor al 70% de ocurrencia de sequías leves en el municipio de Cali, hacia el flanco oriental de la cordillera Occidental, las sequías fuertes se localizaron al norte del municipio de Cali. Para las sequías muy fuertes, se presentó una ocurrencia con un porcentaje de hasta el 20% hacia el occidente de la zona urbana y en los corregimientos de El Saladito, La Castilla y Felidia. Finalmente en el municipio de Cali la ocurrencia de sequías extremas se localizaron en el piedemonte de la cordillera occidental.	Informe Análisis espacio-temporal de las sequías más intensas en el municipio de Cali durante el período 1971 - 2011.	Anexo 6	
	Resultado 12. Interpolación espacial de resultados.	En general, los acumulados de lluvia por debajo de los cuales se produce sequía trimestral tienden a presentar los valores más pequeños hacia la parte norte y sur este del municipio, presentando un rango entre 0 y 200 mm; y aumentan hacia el oeste sobre la parte media y alta del municipio, alcanzando umbrales de precipitación de 500 mm trimestrales, en	Informe Análisis espacio-temporal de las sequías más intensas en el municipio de Cali durante el período 1971 - 2011.	Anexo 6	

OBJETIVOS	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBTENIDO	INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO	No. DE ANEXO SOPORTE/PORCENTAJE DE AVANCE	OBSERVACIONES
		inmediaciones del Parque Nacional Natural Farallones de Cali. En cuanto al norte de la zona rural, los umbrales de precipitación se encuentran entre los 300 mm trimestrales y disminuyen a medida que llegan al piedemonte.			
Objetivo 3. Aplicar el Índice de Prioridad de Defensa frente a Incendios Forestales mediante Sistemas de Información Geográfica.	Resultado 13. Revisión de material bibliográfico sobre la implementación y antecedentes del Índice de Prioridad de Defensa frente a Incendios Forestales.	Recopilación de material bibliográfico.	Material bibliográfico recopilado.		
	Resultado 14. Evaluación de las zonas dónde se inicia el fuego (Riesgo de Ignición-RI).	Se realizaron visitas de campo, donde se elaboró cartografía asociada al Riesgo de Ignición, es decir, dónde es más probable que se inicie un incendio. Las variables que se tienen en cuenta para elaborar este índice son: Factor humano y vegetación.	Informe de las salidas de campo	Anexo 7	
	Resultado 15. Índice de Prioridad de Defensa frente a Incendios Forestales mediante Sistemas de Información Geográfica.	Se elaboró una guía metodológica para la Determinación de Índice de Prioridad de Defensa Mediante SIG	Guía Metodológica para la Determinación de Índice de Prioridad de Defensa Mediante SIG	Anexo 8	
		Sustentación pública de los resultados que arrojó la guía metodológica	Presentación de la guía metodológica	Anexo 9	

OBJETIVOS	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBTENIDO	INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO	No. DE ANEXO SOPORTE/PORCENTAJE DE AVANCE	OBSERVACIONES
	Resultado 16. Índice de Prioridad de Defensa frente a Incendios Forestales mediante Sistemas de Información Geográfica.	Se elaboró una guía metodológica para la teledetección de sequías meteorológicas, asociadas al fenómeno ENOS. Caso de estudio: Corregimiento de Pance, Santiago de Cali	Guía metodológica para la teledetección de sequías meteorológicas, asociadas al fenómeno ENOS. Caso de estudio: Corregimiento de Pance, Cali	Anexo 10	
		Sustentación pública de los resultados que arrojó la guía metodológica	Presentación de la guía metodológica	Anexo 11	
		Índice de Prioridad de Defensa frente a Incendios Forestales	Informe de la aplicación del índice de prioridad de defensa frente a incendios forestales mediante sistemas de información geográfica en el municipio de Cali durante el período 1971 – 2011.	Anexo 12	
Objetivo 4. Caracterizar las zonas de prioridad de defensa frente a incendios forestales a través del análisis de paisaje.	Resultado 17. Fortalecimiento institucional.	Acompañamiento de la CVC en el desarrollo de las salidas de campo	Cartas de invitación por parte de la Universidad del Valle	Anexo 13	
	Resultado 18. Estado del arte y marco conceptual de los incendios forestales.	Se elaboró el estado del arte y el marco conceptual de los incendios forestales relacionados con los objetivos del proyecto	Informe de la caracterización de las zonas de prioridad de defensa frente a incendios forestales a través del análisis de paisaje	Anexo 14	
	Resultado 19. Plan de estrategias de prevención y mitigación ante los impactos	Se elaboraron planes estratégicos de prevención y mitigación ante los impactos ambientales por incendios forestales	Informe de la caracterización de las zonas de prioridad de defensa frente a	Anexo 14	

OBJETIVOS	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBTENIDO	INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO	No. DE ANEXO SOPORTE/PORCENTAJE DE AVANCE	OBSERVACIONES
	ambientales por incendios forestales		incendios forestales a través del análisis de paisaje		
	Resultado 20. Caracterización de las zonas de prioridad de defensa frente a incendios forestales a través del análisis de paisaje	Caracterización de las zonas de prioridad de defensa frente a incendios forestales	Informe de la caracterización de las zonas de prioridad de defensa frente a incendios forestales a través del análisis de paisaje	Anexo 14	

4.2. Cuadro de compromisos adquiridos

TIPO DE PRODUCTO	COMPROMISO ADQUIRIDO	COMPROMISO ENTREGADO	LOGROS	ANEXO SOPORTE
Publicaciones	Un artículo sometido en una revista tipo A	1	Título: Análisis espacio-temporal de las sequías más intensas en el municipio de Cali durante el período 1971-2011 Autores: Wilmar Loaiza, Yesid Carvajal y Nathalia González Revista: Cuadernos de Geografía	Anexo 15
	Una publicación tipo B	1	Título: Índice de prioridad de defensa frente a incendios de la cobertura vegetal en el municipio de Santiago de Cali Autores: Juan David López, Nathalia González y Yesid Carvajal Revista: EIA	Anexo 16
Estudiantes de pregrado	Un estudiante de semillero de (1) de	1	Título: Análisis espacio-temporal de las precipitaciones Autores: Carlos David Ojeda (Semillero de investigación)	Anexo 3. Informe RCLimDex. Anexo 17. Vinculación semillero de investigación.

TIPO DE PRODUCTO	COMPROMISO ADQUIRIDO	COMPROMISO ENTREGADO	LOGROS	ANEXO SOPORTE
	investigación		Título: Guía metodológica para la teledetección de sequías meteorológicas, asociadas al fenómeno ENOS. Caso de estudio: Corregimiento de Pance, Cali. Autores: Carlos David Ojeda	Anexo 10 y 11. Informes Carlos Ojeda
	Un (1) estudiante de pregrado	4	Título: Análisis Exploratorio y Confirmatorio de Datos, y Análisis de Frecuencia para precipitaciones mínimas. Autores: Nathalia González.	Anexo 2 y 4. Informes Nathalia González
			Título: Guía Metodológica para la Determinación de Índice de Prioridad de Defensa Mediante SIG Autores: Ronald González	Anexo 8 y 9. Informes Ronald González
			Título: Aplicación de técnicas de teledetección para el estudio de sequías meteorológicas, asociadas al fenómeno del ENOS. Caso de estudio: Tuluá, Valle del Cauca. Autores: Alejandro Burbano & Carlos David Ojeda. Director: Yesid Carvajal Escobar Pregrado: Ingeniería Topográfica.	Anexo 18. Anteproyecto de Pregrado
	Un (1) estudiante de maestría	1	Alba Nidia Castaño (Maestría en Desarrollo Sustentable)	Anexo 14. Informe de la caracterización de las zonas de prioridad de defensa frente a incendios forestales a través del análisis de paisaje
Productos de divulgación	Ponencia presentada en un (1) eventos académico e institucional	3	Título: Análisis espacio-temporal de las sequías más intensas en el municipio de Cali durante los últimos 40 años. Evento: Simposio de Eventos Extremos: un reto frente a la Variabilidad y el Cambio Climático. Autores: Wilmar Loaiza, Juan Diego Rojas & Yesid Carvajal.	Anexo 19. Presentación Simposio 1.
			Título: Análisis hidrológico de las crecientes históricas del río Cauca en su valle alto.	Anexo 20. Presentación Simposio 2.

TIPO DE PRODUCTO	COMPROMISO ADQUIRIDO	COMPROMISO ENTREGADO	LOGROS	ANEXO SOPORTE
			Evento: Simposio de Eventos Extremos: un reto frente a la Variabilidad y el Cambio Climático. Autores: Angélica Maria Enciso & Yesid Carvajal.	
			Título: Aplicación del índice de prioridad de defensa frente a incendios forestales en el municipio de Cali, mediante sistemas de información geográfica Evento: Octavo Simposio de investigaciones de la facultad de Ingeniería. Autores: Juan Davis López & Henry Jiménez E.	Anexo 21. Presentación Simposio 3.
Propuestas presentadas a convocatorias externas en el año 2015-2016	1	1	Título: Aplicación de técnicas de teledetección para identificar susceptibilidad a sequías en zonas estratégicas del sur occidente colombiano. Autores: Grupo IREHISA	Anexo 22. Propuesta de Joven Investigador Anexo 23. Banco de elegibles Colciencias

5. Impacto actual o potencial de los resultados:

El estudio de los eventos mínimos de precipitación asociados a la fase cálida del ENOS y su relación con la generación de incendios forestales, es aporte fundamental para las entidades encargada de la prevención y control de incendios y desastres, las instancias tomadoras de decisiones y para la planificación de la ciudad. A partir del estudio realizado se logró el fortalecimiento conceptual e investigativo de los participantes, profesionales de apoyo y estudiantes de pregrado y postgrado en el proyecto; asimismo se facilitó la incorporación de los resultados en las asignaturas de los programas de pregrado y postgrado en Ingeniería y Geografía. De igual forma, la ejecución del proyecto contempló el apoyo a la formación de recurso humano a nivel de pregrado y postgrado.

La interacción entre los distintos actores relacionados con el desarrollo sustentable y análisis de variabilidad y cambio climático y el grupo de trabajo del proyecto, así como la participación en otros eventos de divulgación, contribuyó a la formación y/o calificación de masa crítica (comunidad, profesionales del sector, tomadores de decisiones, etc.) en torno al tema de Variabilidad y Cambio Climático, gestión de incendios forestales, análisis de sequías meteorológicas, implementación de software especializados en Variabilidad Climática, manejo de algebra de mapas para la identificación de zonas prioritarias para la protección contra incendios forestales, análisis de frecuencia de eventos mínimos de precipitación, entre otros.

Además se logró aporte al mejor entendimiento del comportamiento espacio-temporal de los incendios forestales y las sequías en Cali, de donde los resultados contribuyen a la toma de decisiones técnicas para el diseño de estrategias que ayuden a mitigar los impactos de las sequías en los diferentes sectores, especialmente las zonas rurales. Por otro lado se desarrolló conceptos y metodologías sobre los SIG aplicados al análisis espacio-temporal de los incendios forestales y las sequías, análisis de paisaje, enfocado a la caracterización de zonas de prioridad de defensa frente a incendios forestales con la aprobación de las metodologías por parte de las instituciones y la comunidad involucrada.

Este proyecto es un insumo básico para desarrollar una planificación estratégica, que permita enfrentar de manera eficiente los diferentes eventos de sequía e incendios forestales que podrían presentarse. Es claro que se requerirá de otro tipo de información para determinar la vulnerabilidad y poder tomar decisiones correctas; pero, el disponer de esta caracterización espacial y de la modelación climatológica es fundamental para lograrlo.

Los resultados del estudio, apuntan a la necesidad de continuar profundizando en la temática, de manera que se evalúen los impactos de los mismos, los mecanismos de prevención, caracterización de las fuentes de agua y logística empleada y requerida para reducir los efectos y la vulnerabilidad ante las conflagraciones, contando con la participación de otros actores relacionados.

Firma del Investigador principal

Vo.Bo. del Vicedecana de Investigaciones