

# Memorias



Sociedad Latinoamericana en  
Percepción Remota y Sistemas  
de Información Espacial  
Capítulo Colombia

**30**  
AÑOS

Medellín, Colombia  
29 de Septiembre al 3 de Octubre de 2014



# ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL HUMEDAL CAPELLANÍA A TRAVÉS DEL USO DE IMÁGENES MULTISENSOR

Multi-temporal analysis of the environmental impact on the Capellania wetland through the use of multi-sensor images

*LizethKaterin Peñalozza Molina<sup>1</sup>, Natalia del Pilar Tocasuche Castro<sup>2</sup>, Estefanía Vásquez Agudelo<sup>3</sup>, Angie Paola Hurtado Acosta<sup>4</sup>, Paola Andrea Suarez Jaimes<sup>5</sup>, Andrés Orosman Montaña Moreno<sup>6</sup>*

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Codigo Postal: 11061

[geiperud@gmail.com](mailto:geiperud@gmail.com)

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Estudiantes de Pregrado-Ingeniería Catastral y Geodesia

## Resumen

El objetivo principal de este proyecto es realizar un análisis multitemporal del humedal Capellanía ubicado en la ciudad de Bogotá utilizando herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica donde se evidencie el deterioro ambiental que ha sufrido por intervención antrópica. Para realizar el estudio se utilizarán imágenes multisensor obtenidas a través de sensores activos y pasivos, debido a que no se puede garantizar la adquisición de información de una misma procedencia, además la comparación de diferentes datos permitirá obtener mejores resultados.

La Avenida Longitudinal de Occidente (ALO) es un proyecto que afectará la extensión del humedal Capellanía con su construcción, por esto se busca identificar las posibles consecuencias que esto traerá consigo con el objeto de mitigar el impacto que se va a generar. Alterar el ecosistema de humedales crea consecuencias negativas a futuro, lo cual

hace necesario desarrollar un registro continuo de los cambios a los que son sometidos para realizar una buena planeación y administración, por lo tanto surge la necesidad de implementar un sistema de monitoreo multitemporal que genere información actualizada, confiable y asequible que permita contribuir con la creación de políticas ambientales, al mismo tiempo se espera que los resultados obtenidos sirvan como base para futuros estudios.

### **Palabras clave**

Medio ambiente, Sistema de Información Geográfica (SIG), Teledetección.

### **Abstract**

The main objective of this project is to realize a multi-temporal analysis of Capellanía wetland located in Bogotá using remote sensing tools and geographic information systems. Where is demonstrated the environmental deterioration that has suffered by anthropic intervention. To realize the study will be used multisensor images obtained through active and passive sensors, because you cannot guarantee the acquisition of information from the same origin, in addition, the comparison of different data will allow you to get best results.

“Avenida Longitudinal de Occidente” (ALO) is a project that will affect the extension of the Capellanía wetland with its construction, this is why seeks to identify the possible consequences that this will entail with the objective of mitigating the impact that will be generated. Alter the ecosystem of wetlands creates negative consequences in the future, Which makes necessary develop a constant record of the changes to that they are submitted for realize a good planning and administration, therefore arises the need to implement a system of multi-temporal monitoring that generates information updated, reliable and

affordable that will help contribute to the creation of environmental policies, at the same time it is expected that the results will serve as a basis for future studies.

**Keywords:** environment, Geographic Information Systems, remote sensing.

## **Introducción**

Las alteraciones que han sufrido los humedales a lo largo del tiempo han traído consigo problemas tanto en el ecosistema como en las zonas aledañas, por esto se pretende consolidar una metodología de seguimiento a las actividades antrópicas que afectan y vulneran estos ecosistemas en la ciudad de Bogotá. El lugar de impacto es el humedal Capellanía, ubicado en la zona suroccidental urbana de la ciudad de Bogotá, en la localidad de Fontibón. Este humedal a lo largo de la historia se ha visto alterado por factores antrópicos desde 1958, con el proyecto Ciudad Salitre y la construcción de la avenida La Esperanza; dichas construcciones contribuyeron a disminuir la cantidad de agua que abastece el humedal. Actualmente en la ciudad de Bogotá, se planea construir la Avenida Longitudinal de Occidente (ALO), fundamental para el desarrollo estructural de la movilidad, ésta atravesará de Sur a Norte la capital del país por su borde occidental y en su recorrido pasa por el humedal Capellanía, el cual se estima se verá afectado en gran parte de sus 18 Ha de extensión.

## **Desarrollo del tema**

El área de estudio a tratar es el humedal Capellanía ubicado al suroccidente de la ciudad de Bogotá en la localidad de Fontibón y las Unidades de Planeación Zonal (UPZ) 75 ,114 y 115 que corresponden respectivamente a Fontibón de clasificación con centralidad urbana, Modelia de clasificación residencial cualificado y Capellanía de clasificación

predominantemente industrial. Actualmente se encuentra dividido en dos partes: la primera se sitúa al occidente de la avenida Ciudad de Cali, entre las avenidas La Esperanza y Ferrocarril de Occidente, y la segunda, al norte de la avenida La Esperanza, pasando la Carrera 87 en sentido occidente-oriente. El sector en el que se encuentra ubicado cuenta con una infraestructura vial y comercial que promueve la expansión industrial y urbana al mismo tiempo que va afectando las condiciones del humedal dejando como consecuencia la desaparición de hectáreas, alteraciones hidráulicas en el drenaje y disminución de la infiltración, contaminación hídrica por el vertimiento de materiales tóxicos y disminución de la fauna y flora.

### **Metodología**

El proyecto llevará a cabo una metodología de investigación cualitativa, que permite tener una perspectiva holística teniendo en cuenta para esta parte, manejar información investigativa adicional relacionada con el lugar o la técnica utilizada que se va recopilando de diferentes fuentes durante el proceso, generar hipótesis y teorías basadas en el análisis que se realice a las respectivas imágenes y estudios existentes, y realizar un reconocimiento del humedal Capellanía y sus zonas aledañas para aportar datos importantes y significativos a la investigación, que revelen cómo la construcción de la Avenida Longitudinal de Occidente afecta y tiene un gran impacto no solo en el aspecto ambiental, sino también en el social y económico. En la primera etapa de la metodología se hace una revisión bibliográfica de estudios realizados anteriormente con cartografía e imágenes multisensor de la zona, manejando técnicas de fusión de imágenes y combinación de bandas espectrales para determinar los cambios y variaciones que ha tenido el objeto de estudio a lo largo del

tiempo, por último es necesario incluir una contextualización teórica de qué es un humedal, una descripción general de su flora, una recopilación histórica de los cambios a los que ha sido sometido, teniendo en cuenta la intervención antrópica, y un estudio de documentos oficiales que normalizan y establecen el cuidado y/o manejo de los humedales. En la segunda etapa se ejecuta la preparación de los datos con cartografía básica y temática de suelos, geología y geomorfología de los POT, con imágenes de LANDSAT, RADAR, SPOT y fotografías aéreas. En la tercera etapa se procede al estudio de las variables claves como lo son los cambios en la cobertura vegetal, la fauna e intervenciones antrópicas, realizando un balance de pérdidas y ganancias a las cuales se ha visto sometido el humedal, esto acompañado de un trabajo de campo que lo soporte para realizar finalmente un análisis más completo y conciso que nos arroja los resultados e hipótesis que dan respuesta al planteamiento inicial del proyecto.

## **1. Primera Etapa: Revisión Bibliográfica**

### **1.1. Insumos**

En el presente proyecto se utilizarán sensores tanto pasivos como activos, por un lado se empleará cartografía básica y temática de la zona de estudio que data desde el año de 1950, haciendo una recopilación cartográfica hasta el presente año, de la misma manera se hará una recopilación de fotografías aéreas desde el año de 1960 hasta la actualidad a diferentes escalas las cuales permitirá realizar un estudio más detallado que será fundamental para el análisis multitemporal. Por otro se utilizarán imágenes satelitales spot, landsat e ikonos de diferentes años e imágenes de radar, todas estas imágenes se utilizarán desde el año de su

disponibilidad hasta el presente año y la resolución de dichas imágenes será correspondiente a la necesidad del análisis multitemporal.

Para la discriminación de los elementos presentes en las imágenes satelitales se empleará falso color el cual se genera al manipular los cañones de color (RGB) utilizando las bandas del espectro electromagnético que se consideren pertinentes a la hora de resaltar las propiedades específicas de una cobertura a través de un software especializado en teledetección, fotogrametría digital, análisis de imágenes, producción de mapas, y mosaicos como lo es PCI, (software que será usado en primera instancia)

Adicionalmente se pretende realizar sobreposición de imágenes tanto satelitales como aéreas de diferentes años, la cual tendrá como función describir el proceso de cambio del humedal, mostrando de esta forma la pérdida de terreno del mismo través de los años, para este proceso se utilizaran software especializados en teledetección, edición, análisis, tratamiento y diseño de información geográfica como lo es Arcgis, Erdas entre otros.

Para plantear la investigación se utilizaron documentos relacionados con construcción de la avenida longitudinal de occidente como el Proyecto de Acuerdo No 050 de 2009 perteneciente al POT, los planes de manejo ambiental del humedal Capellanía pertenecientes al acueducto, documentos de la Sociedad Geográfica de Colombia, informes de auditoría de la Contraloría de Bogotá, la unión temporal del proyecto ALO con el plan de manejo ambiental del IDU en diferentes épocas, el atlas ambiental de Santafé de Bogotá del DAMA y la Alcaldía mayor, el Estudio Socioeconómico y Ambiental-Evaluación de Alternativas: Cruce Avenida Longitudinal de Occidente por el humedal de conejera del IDU y la Historia de los Humedales en Bogotá con énfasis en cinco de ellos del

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente. Adicionalmente del Decreto 888 de 1999 expedido por el IDU se obtuvo información acerca de los planos de la ALO.

## **1.2. Humedal**

El convenio internacional de Ramsar se realizó en el año 1971 con el objetivo de crear políticas que eviten la desaparición de los humedales en todo el mundo, allí se define humedal como “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad de marea baja no exceda a los 6 metros”.

La vegetación en el humedal Capellanía está constituida por veinticuatro especies de flora terrestre, cinco exóticas y tres invasivas. Las especies arbóreas son escasas ya que solo se encuentran acacias (*Acacia* spp), retamos espinosos (*Ulex europaeus*), y eucaliptos (*Eucalyptus* spp), siendo esta última una especie inadecuada para este tipo de ecosistemas.

Actualmente se encuentran seis comunidades de especies de vegetación acuática Enea (*Typha angustifolia*), Botoncillo (*Bidens laevis*), Comunidad Junco (*Juncus effusus*), Lenteja de agua y junco (*Lemna* spp y *Schoenoplectus californicus*), Junco (*Schoenoplectus californicus*), Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Dado que la mayor parte del humedal se encuentra dominada por pasto Kikuyo, en su cobertura se puede encontrar diferentes grupos de artrópodos tales como las familias del orden Díptera, Hymenoptera, Coleóptera, Hemíptera, Collembola y Aranae. En los animales vertebrados se destaca la rana sabanera, la culebra sabanera y se estima un total de veintidós especies de aves entre migratorias y endémicas.

El Decreto 190 de 2004 del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá declaró al Humedal Capellanía como Parque Ecológico Distrital de Humedal y estableció el régimen de usos para este ecosistema. Los Planes de Manejo Ambiental se encuentran a cargo la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá quien a su vez firmó con la Secretaría Distrital de Ambiente el convenio 021 de 2005 con el objetivo de crear de forma conjunta el plan integral para el ordenamiento y manejo del recurso hídrico del Distrito Capital.

La elaboración de los Planes de Manejo Ambiental están sujetos a las pautas definidas por la Guía Técnica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la Resolución 196 de 2006 y a la Política de Humedales del Distrito Capital expedida en febrero de 2006, Decreto Distrital No. 062 de 2006 expedido por el DAMA (actualmente Secretaría Distrital de Ambiente).

### **1.3 Influencia Antrópica**

Según el *Diagnóstico del Plan de manejo ambiental del Humedal capellanía*, hecho por el convenio internacional de Colombia & el acueducto de Bogotá (2008), documento base para la revisión bibliográfica en esta parte de la primera etapa en el sentido que el espacio público hace referencia al territorio como construcción de la ciudadanía, es preciso referirse al humedal como un espacio público lo que lo enmarca dentro de una estructura ecológica de la ciudad por lo tanto considerado área protegida, por lo cual es un espacio público natural y se le otorgan características particulares para su trato. En el caso del Humedal Capellanía, las condiciones de localización otorgan características muy particulares dado que el área tiene connotaciones urbanas importantes, dentro de un proceso creciente de metropolización de la ciudad en el entorno regional, el Humedal Capellanía se localiza en la Localidad Novena de Fontibón, en las UPZ 75 Fontibón, UPZ 114 Modelia y UPZ 115

Capellanía. Mediante el POT de Bogotá, la administración de la ciudad ha ordenado el suelo urbano de acuerdo con las funciones que complementariamente cumplen dentro del entorno metropolitano, cabe precisar, que si bien el Plan de Ordenamiento Territorial establece los usos del suelo en las Unidades de Planeación Zonal donde se localiza el humedal, éstos usos reglamentarios deben ajustarse y resignificarse de manera participativa en la concertación del ordenamiento territorial.

Teniendo en cuenta que el área de estudio se ubica en la Localidad No.9 Fontibón, es preciso determinar la ubicación del humedal puntualmente en la intersección de 3 de sus UPZs (75 Fontibón, 115 Capellanía y 114 Modelia). Así pues el Humedal Capellanía se sitúa en la mayor parte de su extensión hacia el borde sur occidental de la UPZ Capellanía (costado oriental de la localidad), y dos pequeñas partes sobre el borde noroccidental de la UPZ Modelia y sur oriental de la UPZ Fontibón respectivamente (ver Figura No. 1).



**Fuente:** Recorriendo Fontibón, DAPD. 2004.

**Elaboración:** Conservación Internacional Colombia

Figura 1. Ubicación del Humedal Capellanía dentro de la Localidad de Fontibón

De esta manera, las dinámicas funcionales se centran en cada una de las tres UPZ donde se localiza el Humedal, relacionando la información de la Localidad como división político administrativa del Distrito Capital.

- UPZ No.75 Fontibón

La UPZ 75 Fontibón se clasifica como centralidad urbana, se ubica en la zona centro oriental de la localidad, tiene una extensión de 496 ha, equivalentes al 14,9% del total del suelo urbano local; cuenta con 3 ha de áreas protegidas y tiene 46,72 ha de áreas sin desarrollar en suelo urbano.

El tipo de uso del suelo que determina la clasificación de la UPZ 75, se relaciona con la dinámica de poblamiento del sector, en la medida que los usos residenciales tradicionales van siendo desplazados por usos propios de las actividades económicas, modificando la relación entre el sistema estructurante natural y el sistema estructurante construido entorno al Humedal Capellanía, lo que puede significar una paulatina disminución demográfica en el asentamiento urbano y con ello probables resignificaciones del territorio, generando procesos de desapropiación social.

- UPZ No.114 Modelia

La UPZ 114 Modelia se clasifica como residencial cualificado y tiene una extensión de 262 ha, de las cuales 12 son suelo protegido. En este sector la presión sobre el humedal puede ser baja en la medida que se cuentan con equipamientos e infraestructuras que permiten amortiguar los potenciales usos sobre éste.

- UPZ 115 Capellanía

La UPZ Capellanía se clasifica predominantemente como industrial y tiene una extensión de 272 ha, de las cuales 24 están en suelo protegido. Esta es una de las unidades zonales con mayor presión ambiental sobre el humedal, en la medida que el tipo de uso del suelo predominantemente industrial no siempre se realiza con responsabilidad ambiental, con los consecuentes impactos en la recuperación y conservación del ecosistema como área protegida.

Hacia los años 70 inicia el proceso de consolidación de algunos barrios tradicionales del área de influencia del humedal. El criterio de asentamiento en esta área, obedeció a la disposición de terreno por parte de entes territoriales en donde posteriormente se ofertaron programas de vivienda para empleados públicos. Los asentamientos urbanos se hicieron en los sectores periféricos al pueblo (actual centro de la localidad) donde existían además grandes extensiones de tierra y se identificaban humedales como el de Capellanía. La mayoría de estos programas de vivienda contaban con un proceso de planeación urbana y por tanto eran predios legalizados.

En el período comprendido entre finales de los 80 y de los 90, se consolida el proceso de poblamiento urbano de manera acelerada con los consecuentes impactos ambientales sobre el Humedal Capellanía sobre todo por el fraccionamiento generado por la proyección del sistema vial y la paulatina ocupación de áreas inundables cercanas al cuerpo de agua existente.

A lo largo del tiempo el humedal Capellanía se ha visto afectado por intervención antrópica generando un impacto negativo sobre el ecosistema. En el año 1958 se culminó la construcción del Aeropuerto y la Avenida El Dorado, lo cual dividió la laguna que ocupaba esta área en los humedales de Jaboque y Capellanía, luego en el año 1897 se dio

inicio al proyecto Ciudad Salitre para el cual se construyó la Avenida la Esperanza ocasionando la pérdida de hectáreas pertenecientes al humedal y la división del mismo en dos sectores. Actualmente en la ciudad de Bogotá, se piensa construir la avenida longitudinal de occidente (ALO), la cual se extiende desde el municipio de Soacha, hasta las localidades de Engativá y Suba, atravesando de Sur a Norte la ciudad por su borde occidental; este proyecto se localiza al occidente de Bogotá, desde la Autopista Norte, cerca del club Deportivo Torca, hasta la Autopista Sur en Chusacá, con longitud total aproximada de 47 Km, esta avenida consta de 4 corredores viales ya definidos como lo son la Avenida Perimetral del Norte, Avenida Cundinamarca, la Malla Vial Nacional y el empalme entre la Avenida Cundinamarca y la Malla Vial Nacional. La construcción de la ALO es fundamental para el desarrollo estructural de la movilidad en la ciudad. En su recorrido se encuentra localizado el humedal Capellanía, el cual podría verse afectado en gran parte de su extensión, dado que la ALO lo atravesaría de sur a norte en toda su extensión y de oriente a occidente en su costado sur, como solución a esto el plan de manejo ambiental humedal Capellanía propone la incorporación de un área como medida de compensación.

Es importante mencionar que con lo que respecta a la Avenida longitudinal de occidente (ALO) se encuentra incluida en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) Decreto 190 de junio de 2004: Ejecución de proyectos de corto plazo (2004-2007); Literal, Subsistema de Integración Ciudad Región; Numeral, Avenida Longitudinal de Occidente (ALO) desde Chusacá hasta la Calle 13 –Tramo sur. Fue incluida en los últimos Planes de Desarrollo: "Bogotá Sin Indiferencia, un compromiso social contra la pobreza y la exclusión" 2004 - 2008, y "Bogotá Positiva: para vivir mejor" 2008-2011 con presupuestos que llevaron a la actualización de diseños y contratación parcial, correspondiente al tramo sur.



Fuente. Imagen tomada de google earth 2008. Plan de manejo ambiental humedal Capellanía

Figura 2. Fragmentación al interior del humedal causada por la red vial actual y proyectada

## 2. Segunda etapa: Preparación de los datos

En esta etapa se realizará la preparación de todos los insumos recolectados en la primera etapa, ya que es necesario realizar la georreferenciación de las imágenes, ya sean satelitales o aerofotografías; escoger y aplicar las diferentes bandas del espectro con las que es más pertinente trabajar y que permiten visualizar los cambios, el deterioro y como tal el estado de la vegetación y en general de la zona donde se encuentra ubicado el humedal; para el óptimo manejo de la cartografía (ya sea básica, que proporciona entre otra, la información

de hidrografía y curvas de nivel, o temática que proporciona entre otros, estudios de geología y geomorfología, que son bastante útiles para analizar el estado del suelo en las diferentes épocas), se ubican los puntos de control en los lugares que son más apropiados de acuerdo a su permanencia y existencia desde antes o a partir de la fecha de la que se está realizando el análisis multitemporal, su fácil ubicación y su cercanía a la zona de estudio, analizar la cartografía e información del humedal Capellanía y su zona de ubicación (Localidad de Kennedy) que se encuentre dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) que se manejaron en Bogotá D.C.

### **3. Tercera etapa: Análisis**

**3.1. Cambios de la cobertura vegetal:** se realiza un análisis de pérdida y ganancia de la vegetación presente en el humedal y una comparación del estado actual de la misma, esto se realiza mediante el método de sobre-posición de imágenes multisensor.

**3.2. Cambios por influencia antrópica:** se realiza un análisis para determinar los cambios efectuados en el área efectiva del humedal debido a la intervención que ha realizado el hombre invadiendo el terreno para construir viviendas, botar escombros o desechos, pastorear o sembrar.

**3.3. Cambio de la fauna:** se realiza el análisis para determinar si se presenta ausencia de algunas especies que habitaban en el humedal.

### **4. Cuarta etapa: Resultados**

Se pretende evidenciar los cambios medio ambientales consecuencia de las afecciones o alteraciones al ecosistema a través de herramientas de teledetección y SIG, con el fin de brindar un monitoreo constante al humedal implementando un sistema de información

geográfica para proponer alternativas a las entidades distritales y poder apoyar al manejo adecuado y buena administración del humedal Capellanía.

Se pretende realizar un pronóstico del impacto ambiental y social que tendrá el ecosistema y las zonas aledañas si se lleva a cabo la construcción de la Avenida Longitudinal de Occidente, teniendo en cuenta antecedentes de la construcción de la Avenida Esperanza y del proyecto Ciudad Salitre.

### **Conclusiones**

- Las herramientas de teledetección y los sistemas de información geográfica actualmente posibilitan la determinación del deterioro ambiental y sus causas, combinando métodos antiguos pero muy eficientes como lo son las fotografías aéreas y mapas cartográficos de la zona en cuestión con los más modernos como lo son las imágenes satelitales que brindan una perspectiva diferente de las cosas.
- A partir del estudio multitemporal, se podrá estimar a futuro un patrón que indique la degradación del humedal.
- De acuerdo a la efectividad del proyecto, a largo plazo se espera se lleve a cabo en los demás humedales de la ciudad de Bogotá, contribuyendo así con la planeación y las políticas ambientales vigentes y posteriores.

### **Referencias Bibliográficas**

- Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

- RAMSAR. Convención sobre los humedales (1971). ¿Qué son los humedales?. Documento Informativo Ramsar No 1. RAMSAR: 1971
- PCI GEOMATICS. página principal [En línea] <<http://www.pcigeomatics.com/>> [citado el 7 de agosto de 2014].
- Convenio de cooperación tecnológica, acueducto de Bogotá y conservación internacional (2008). Plan de manejo ambiental humedal capellanía diagnóstico Bogotá.
- Humedales Bogotá, El humedal de Capellanía y la avenida ALO ( Enero de 2012) <http://humedalesbogota.com/2012/01/26/el-humedal-de-capellania-y-la-avenida-alo/>
- Contraloría de Bogotá D.C. Secretaría distrital de ambiente- sda empresa de acueducto, agua y alcantarillado de Bogotá (2008-2009). Informe de auditoría gubernamental con enfoque integral modalidad especial a la gestión ambiental (planes de manejo ambiental, de mejoramiento, de recuperación y administración) de los humedales tibánica, techo, burro, la vaca, meandro del say y capellanía. Bogotá, Colombia.  
[http://pqr.contraloriabogota.gov.co/intranet/contenido/informes/AuditoriaGubernamental/Ambiente/PAD\\_2010/CicloII/INFORME%20FINAL%20HUMEDALES%20SUR%20CICLO%20II%20PAD%202010.pdf](http://pqr.contraloriabogota.gov.co/intranet/contenido/informes/AuditoriaGubernamental/Ambiente/PAD_2010/CicloII/INFORME%20FINAL%20HUMEDALES%20SUR%20CICLO%20II%20PAD%202010.pdf)