

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE IMÁGENES SATELITALES SENTINEL 1,  
PARA LA DETECCIÓN DE CAMBIOS DEL EMBALSE DE NEUSA EN EL  
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA**

**AUTOR**

**INGRID CAROLINA SALAZAR PORRAS**

Ingeniera Agrónoma  
Ingridsalazarporras@gmail.com

**Curso de facilitación**

**Percepción Remota y Procesamiento digital De Imágenes**



La U  
**acreditada**  
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA  
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DICIEMBRE DE 2018**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	CONTEXTO .....	3
2.	PROBLEMA .....	4
3.	DESARROLLO .....	5
4.	RESULTADOS Y ANALISIS .....	10
5.	OBJETIVOS .....	12
6.	REFERENCIAS .....	13

## 1. CONTEXTO

Existen aplicaciones en el campo de la percepción remota, como lo es la detección de cambios que permite determinar variaciones o diferencias en el estado de la superficie terrestre en un área y tiempo específico, identificando comportamientos variables de todo tipo de coberturas existentes. Es por esto que existen metodologías en el procesamiento digital de imágenes que permite obtener información, referente a la dinámica de las coberturas de la tierra como son las vegetaciones, zonas urbanas y fuentes de agua superficial. Por consiguiente el objetivo de este artículo es analizar e identificar áreas de cambio del embalse del Neusa ubicado en el departamento de Cundinamarca, mediante el uso de diferentes metodologías y pasos de procesamiento digital de imágenes satelitales sentinel S1A y S1B de los años 2016 y 2018, respectivamente, para la identificación y clasificación de coberturas de interés, partiendo del tratamiento de imágenes como las correcciones radiométricas y geométricas, visualización de composiciones RGB con sus respectivas polarizaciones, como método para facilitar la identificación de coberturas para la clasificación supervisada y finalmente la detección de cambios, mediante el uso de algoritmos, evaluando el comportamiento en el tiempo del área del embalse del Neusa e identificar posibles factores de impacto y generación de alertas en función de la dinámica natural del embalse y su conservación conforme a condiciones climáticas de la zona.

## **2. PROBLEMA**

El embalse del Neusa es una de las fuentes de abastecimiento para consumo humano más importantes de Cundinamarca, adicionalmente cumple con la función de controlar las inundaciones en la sabana de Bogotá mediante la regulación de los caudales máximos en la cuenca del río Neusa. Comprende un área de 13,500 ha, siendo este ecosistema capaz de cumplir múltiples funciones, como garantizar la seguridad alimentaria de la población y equilibrio ecológico con todos los individuos bióticos y abióticos presentes en el área. Partiendo de la importancia de este recurso natural y las funciones primordiales que cumple, se pretende dar más participación al estudio de fuentes superficiales de agua, debido a las alertas mundiales de conservación para la producción de la misma, partiendo de diferentes hipótesis tales como el desequilibrio en el efecto invernadero, inestabilidad en el ciclo hidrológico, inadecuado uso del suelo, mal manejo de residuos, sumado a factores socioeconómicos con intereses particulares. Es por esto, que dichas situaciones generan la necesidad de conocer el estado del embalse del Neusa, mediante el uso de tecnologías de software que permitan facilitar los estudios y monitoreo de la dinámica natural de este recurso, como el procesamiento digital de imágenes de satélite, realizando un análisis de la cobertura a través del tiempo junto con información de variables ambientales. A partir de dicha identificación se pretende exponer una alerta que muestre el estado actual, para futuras gestiones de conservación del ecosistema.

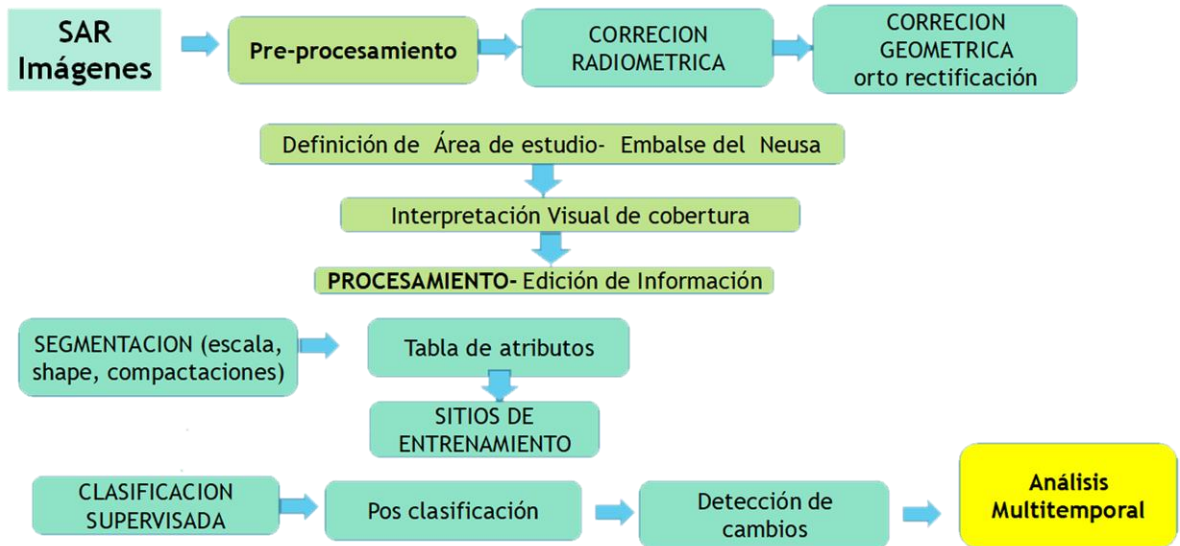
### 3. DESARROLLO

Para la realización del análisis comparativo de imágenes SAR, sobre del embalse del Neusa en el departamento de Cundinamarca, se utilizaron imágenes del satélite Sentinel 1A y Sentinel 1B, con las características generales expuestas en la tabla 1 y flujo de trabajo como se observa en el esquema 1.

**Tabla 1:** Propiedades de las imágenes sentinel 1

	Imagen Satelital S1 A	Imagen S1B Satelital
Fecha de toma	26 de Marzo 2016	2 de Junio del 2018
Modo de toma	IW Interferometric Wide Swath	IW Interferometric Wide Swath
Nivel de procesamiento	GRD Ground Range	GRD Ground Range
Polarización	VV VH	VV VH
Banda	C	C
Resolución Espacial	10 m	10 m

**Esquema 1:** Flujo de trabajo y métodos

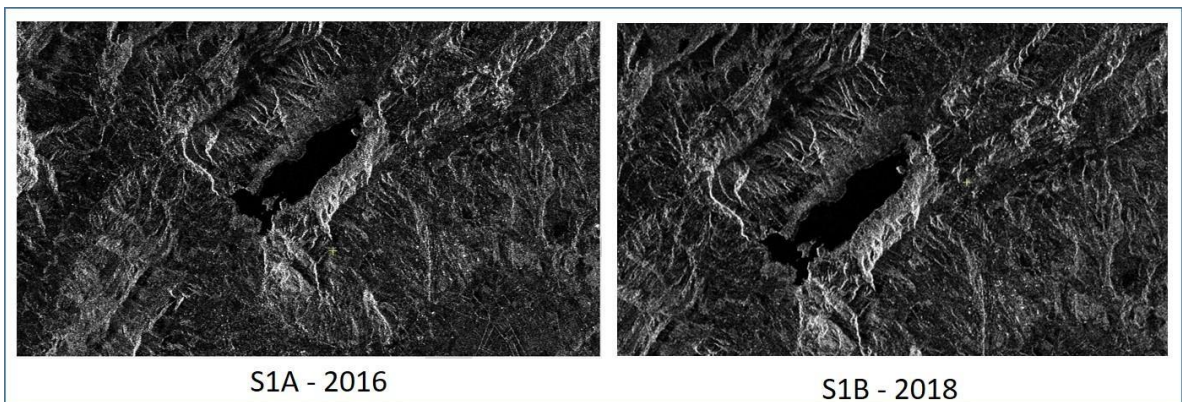


En este proyecto de percepción remota se partió de la preparación de las imágenes mediante el uso metodologías de pre procesamiento, fundamentado en correcciones geométricas y radiométricas SAR de las dos imágenes S1A y S1B, con el fin de disminuir distorsiones de la imagen, ocasionadas por efectos propias de los sensores durante la toma y variaciones topográficas del terreno. Con base a lo anterior se realizó una calibración radiométrica *sigma* a nivel del terreno según la incidencia del sensor, para obtener datos normalizados de retrodispersión y

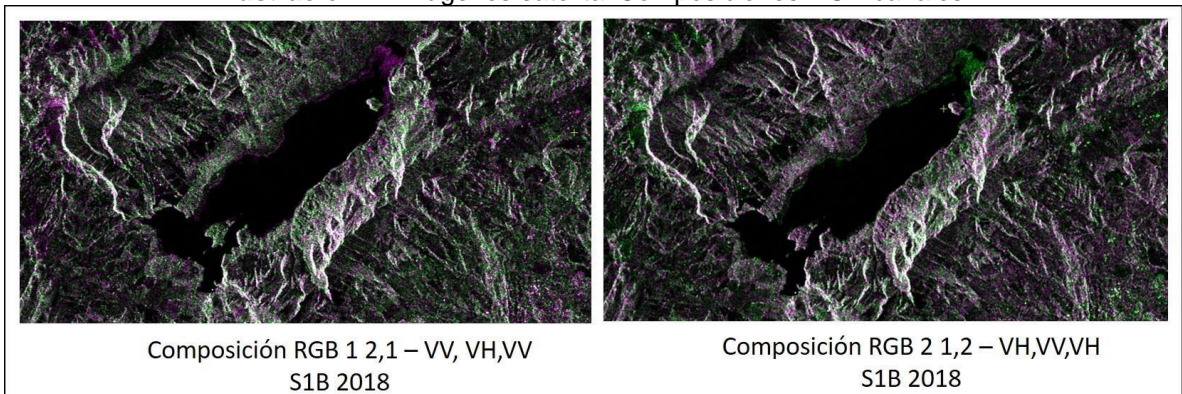
posteriormente la corrección geométrica, mediante la Orto-rectificación de las imágenes, partiendo de la toma de puntos de control terrestre (GCP) en las dos imágenes y ser involucrados al sistema de información geográfica, incluyendo la extracción de la altura de un modelo digital de elevación DEM, con una resolución espacial de 10 x 10 metros.

Una vez se obtuvieron las dos imágenes orto-rectificadas, se identificó el área de estudio de interés donde se procedió a delimitar una zona del embalse del Neusa con un margen perimetral para identificación de otras coberturas para su posterior clasificación.

**Ilustración 1.** Imágenes satelitales cortadas área de interés embalse del Neusa.  
Polarización VV, VH



**Ilustración 2:** Imágenes satelital Composiciones RGB canales



En la anterior ilustración se puede observar combinaciones entre la expresión de las polarizaciones VV y VH, con el propósito de realizar una correcta clasificación supervisada. En general las dos imágenes se observan una alta retrodispersión por volumen y por superficie en zonas de bosques y pastos, respectivamente. Sin

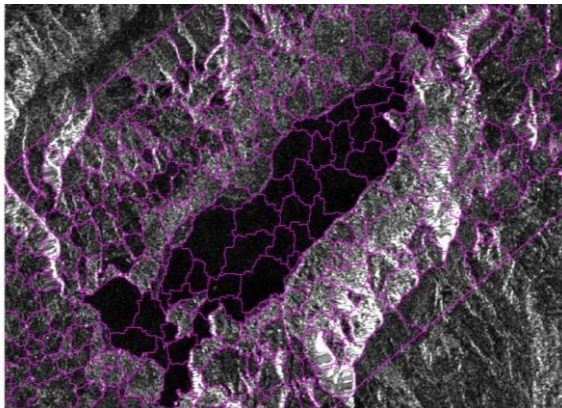
embargo, en la composición RGB 1,2,1 se resalta en color magenta zonas de pastos y buchón de agua en el embalse en la parte nororiental, a diferencia en la composición RGB 2,1,2 que se resaltan en color verde. También se puede observar la baja retrodispersión en zonas de algunos cultivos transitorios de porte muy bajo y el embalse que por ser de superficie lisa se manifestó de forma oscura.

Una vez se realizó el pre procesamiento de las dos imágenes sentinel S1A y S1B, se dio paso a la revisión de las firmas polarimétricas en las composiciones de color y a la clasificación supervisada orientada a objetos, tomando varias firmas polarimétricas para cada clase, destacando como objeto principal de estudio el espejo de agua del embalse del Neusa.

Se dio continuidad con el paso de clasificación de imágenes satelitales mediante la segmentación, la cual consiste en obtener polígonos a partir de las características polarimétricas de la imagen digital en varias partes, de manera que se localiza objetos y se identifican los límites de estos dentro de una imagen, de forma que los píxeles que compartan la misma etiqueta también tendrán ciertas características visuales similares.

A la segmentación se aplicó una serie de filtros o realces sobre los dos canales de tipo adaptativo para atenuar bordes, ajustes en parámetros de segmentación de escala 25, peso de las formas de 0.1 y la compactación de 0.5 de los polígonos.

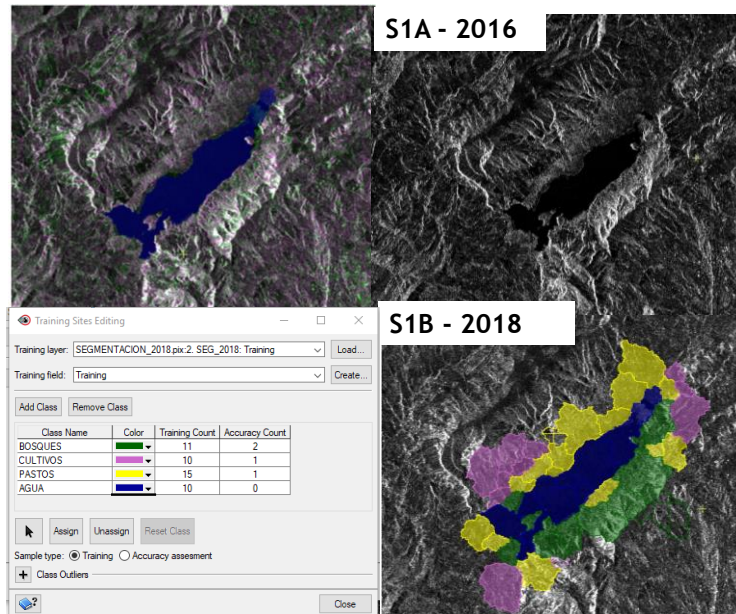
**Ilustración 3:** Imagen satelital segmentación S1B 2018



Como se evidencia en la ilustración 3, la segmentación conserva principalmente la forma del área de estudio del embalse del Neusa, la forma de bosque y algunos pastos. También hace parte de procesamiento de la imagen la extracción de atributos de cada polígono según cada polarización VV, VH y la capa vectorial, partiendo de análisis de cálculo de texturas, indispensable en el análisis SAR para una correcta clasificación supervisada.

Posteriormente se realizó la clasificación supervisada que define las características espectrales de las clases, mediante la identificación de áreas de muestreo (áreas de entrenamiento). Se seleccionaron áreas representativas de cada cobertura del terreno de las segmentaciones de imágenes SA1 y S1B como se observa en la ilustración 4.

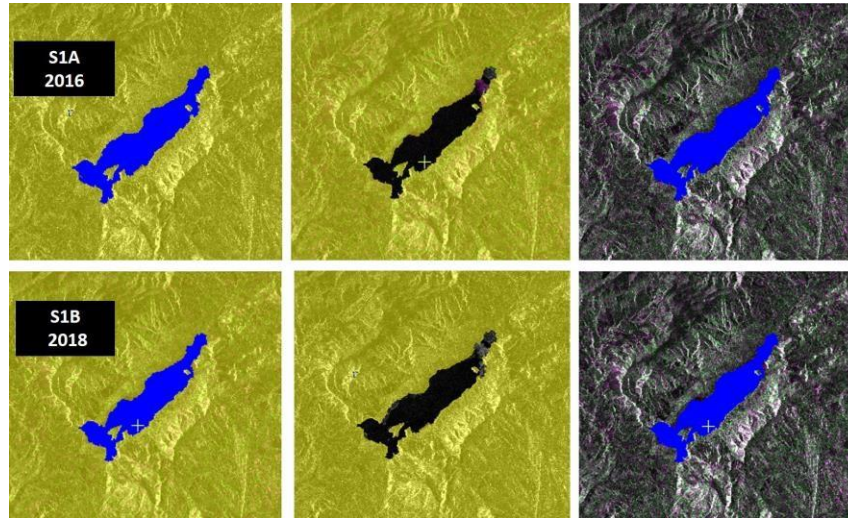
**Ilustración 4:** Clasificación Supervisada S1A y S1B



Una vez terminada la clasificación supervisada se identificó los comportamientos relacionados con el embalse del Neusa en el año 2016 y 2018, por lo que, para dicha interpretación de cambio, se realizó una conversión de formato vector a raster de la cobertura previamente clasificada como agua, mediante el uso de algoritmo POLY2RAS, el cual crea una cobertura vectorial con la cual se puede determinar los cambios de áreas del embalse.

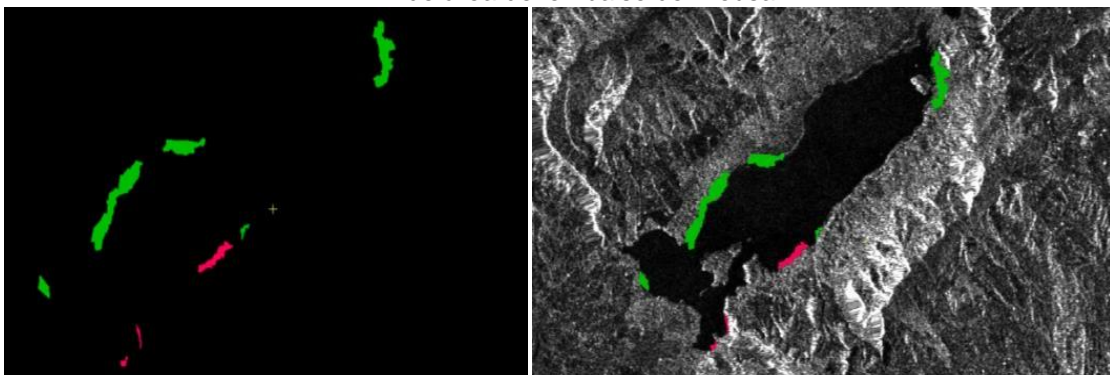


**Ilustración 5:** Embalse del Neusa coberturas vectoriales años 2016 y 2018



Como objetivo principal de este artículo la evaluación de la detección de cambios comprende procesos y uso de algoritmos matemáticos, para identificar las diferencias significativas en la cobertura agua (embalse del Neusa) en el periodo de tiempo evaluado. Por ello se calcula el factor exceso y el factor defecto de la imagen, donde el factor exceso constituye una medida de error por el exceso en el que el método detecta incorrectamente zonas de cambio que no lo son, mientras que el factor de defecto es una ratio que indica el error de omisión cometido, esto es, las zonas de cambio que no son detectadas automáticamente. Con base a lo anterior se restaron básicamente las dos clasificaciones de la S1A del 2016 y la S1B del 2018 con valores absolutos, generando una salida de un mapa temático de cambios en la disminución o aumento del área del embalse del Neusa, representado en las siguientes ilustraciones:

**Ilustración 6:** Detección de cambios. Color verde disminución de área y color magenta aumento de área del embalse del Neusa.



En la identificación de la variación en área del embalse del Neusa en el periodo de tiempo analizado, se usó la información obtenida mediante el algoritmo EXPOLRAS, el cual arroja los siguientes resultados.

En un intervalo de tiempo de 2 años de las imágenes S1A del 2016 a la S1B del 2018, se determinó que el cuerpo de agua del embalse del Neusa disminuyó y aumentó en áreas que se observan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Comportamiento de cambios en área Embalse Neusa

Año 2018 frente al año 2016	
m2	m2
213.700	58.600
146.100	9.000
91.300	8.300
29.600	
11.200	
491.900 m2	75.900 m2
<b>Diminución 49,17 Ha</b>	<b>Aumento 7,59 Ha</b>

#### 4. RESULTADOS Y ANALISIS

La detección de cambios según las imágenes tratadas del 2016 y 2018, arrojan valores de aumento y disminución de área del embalse de Neusa, específicamente en el perímetro de costa, oriental, nororiental, occidental y sur. También se evidencia según ilustración 6 y tabla 2 las disminuciones en área en la parte oriental, con una disminución de 1,1 Ha, por lo que al hacer la sumatoria de todas las áreas calculadas en la tabla de atributos, se identificó una disminución total de 49,17 Ha y aumento total del 7,59 Ha en el año 2018 del área de embalse en comparación con el año 2016. Sin embargo, estas áreas calculadas no representan ni el 1% de total del área del embalse que corresponde aproximadamente a 13.500 Ha, adicionalmente para un intervalo de 2 años en la comparación, es un espacio de tiempo corto, para esperar resultados impactantes, ya que depende del tipo de cobertura, sus características y factores climáticos que puede incidir en un cambio importante. No obstante, en términos de conservación de recurso hídrico una disminución de 49,17 ha del cuerpo del agua, podría afectar actividades de abastecimiento humano y alteraciones en su ecosistema que genere efectos secundarios en su equilibrio ecológico. Además, estas disminuciones de área del embalse, pueden ser causadas por la intervención de hombre, ya sea por captaciones de agua para fines agrícolas, ya que durante la clasificación de coberturas, se identificaron extensiones

importantes de cultivos transitorios cerca de la laguna, lo que posiblemente puedan estar relacionadas con las disminuciones.

Por otro lado, estas disminuciones y aumentos, también están relacionados con las condiciones climáticas de la zona y sus precipitaciones en la primera época, específicamente en los meses de abril, mayo y junio. Con base a lo anterior el aumento de área en las 3 zonas identificadas del embalse, posiblemente pueden estar relacionadas con la fecha de toma de la imagen S1B el 2 junio 2018, por lo que la precipitación puede haber incidido en el aumento que se manifiesta de 7,59 ha en el perímetro de costa oriental.

Finalmente, para garantizar una correcta clasificación supervisada a futuro se recomienda la realización de visitas de campo con los instrumentos adecuados, con el fin de identificar las diferentes clases de coberturas que se encuentren en la zona de estudio, ya que en algunos casos puede resultar inconvenientes en la asignación y toma de muestras en las áreas de entrenamiento en las imágenes.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

Aplicar metodologías y técnicas de procesamiento de imágenes SAR, en la detección de cambios del embalse del Neusa en el departamento de Cundinamarca.

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Interpretar los resultados, mediante el uso de software PCI Geomática para el tratamiento de las imágenes sentinel 1.
- Analizar el cambio de la cobertura del embalse del Neusa en dos periodos de tiempo, mediante el uso de metodologías y algoritmos de dos imágenes satelitales sentinel 1.
- Identificar el comportamiento del área del embalse del Neusa, teniendo en cuenta la permanencia de las variables ambientales

## 6. REFERENCIAS

- [1] E. Quintero. (2009). DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE EMBALSES EN COLOMBIA. Disponible: [http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances\\_10/r10\\_art10.pdf](http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances_10/r10_art10.pdf)
- [2] Geomática al día, «Geomática al día,» 2 04 2013. [En línea]. Disponible: [http://geomatica-al-dia.blogspot.com.co/2013/04/firmasespectrales\\_2.html](http://geomatica-al-dia.blogspot.com.co/2013/04/firmasespectrales_2.html)
- [3] Corporación Autónoma Regional Cundinamarca Cesar Augusto García. . (1998). Plan de Manejo Parque Forestal Represa del Neusa.
- [4] R. V. Ruiz, «Análisis Multitemporal del cambio de uso del suelo en el paisaje terrestre protegido Miraflores Moropotente Nicaragua 1993 - 2011,» *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, pp. 117 - 123, 2013.
- [5] Torres, Ramon & Snoeij, Paul & Davidson, Malcolm & Bibby, David & Lokas, Svein. (2012). The Sentinel-1 mission and its application capabilities. 1703-1706. 10.1109/IGAR. Disponible: <https://www.researchgate.net/publication/261266093>