

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): SERGIO OMAR APELLIDOS: MORENO MOYANO

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GUSTAVO ADOLFO APELLIDOS: CARRILLO SOTO

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): VALIDACIÓN DEL PRODUCTO DE PRECIPITACIÓN SATELITAL GPM Y SU IMPLEMENTACIÓN SEGÚN LA ESTRUCTURA DEL MODELO HIDROLÓGICO HYDROBID

El presente trabajo tuvo como objetivo la validación del producto de precipitación satelital GPM, comparando valores de precipitación en escala anual, mensual y diaria dentro del área de los Santanderes en Colombia; utilizando como referencia la información de lluvia proveniente de estaciones pluviométricas del IDEAM. Al analizar los datos se ajustó la información satelital mediante un factor de corrección obteniendo mejoras en los índices de la eficiencia de Kling-Gupta. Se delimitó la cuenca alta del río Lebrija cerrando en la Estación Café Madrid identificando las estaciones de temperatura y precipitación, realizando el llenado de vacíos y generando series completas que se ajustaron al formato del modelo Hydro-BID.

PALABRAS CLAVES: Sensores remotos, Precipitación, Medición de lluvia, Pluviómetro, Hydrobid

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 187 PLANOS: NO ILUSTRACIONES: SI CD ROOM: NO

VALIDACIÓN DEL PRODUCTO DE PRECIPITACIÓN SATELITAL GPM Y SU  
IMPLEMENTACIÓN SEGÚN LA ESTRUCTURA DEL MODELO HIDROLÓGICO  
HYDRO-BID

SERGIO OMAR MORENO MOYANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

VALIDACIÓN DE PRODUCTOS DE PRECIPITACIÓN SATELITAL GPM Y SU  
IMPLEMENTACIÓN SEGÚN LA ESTRUCTURA DEL MODELO HIDROLÓGICO  
HYDRO-BID

SERGIO OMAR MORENO MOYANO

Proyecto final presentado para optar al título de: Ingeniero civil

DIRECTOR:

PhD. GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 23 DE ABRIL DE 2021 HORA: 8:00 a. m.  
LUGAR: VIDEO CONFERENCIA GOOGLE MEET  
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL  
TITULO DE LA TESIS: "VALIDACION DE PRODUCTOS DE PRECIPITACION SATELITAL GPM Y SU IMPLEMENTACION SEGÚN LA ESTRUCTURA DEL MODELO HIDROLOGICO HYDRO - BID".  
JURADOS: ING. JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA  
ING. JAIRO MARTIN RODRIGUEZ TENJO  
DIRECTOR: PhD. GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO.  
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES: CODIGO CALIFICACION  
NUMERO LETRA  
SERGIO OMAR MORENO MOYANO 1112805 4,5 CUATRO, CINCO

# MERITORIA



ING JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA



ING JAIRO MARTÍN RODRIGUEZ TENJO

Vo.Bo



JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

## Tabla de contenido

Introducción	13
1. Problema	15
1.1 Título	15
1.2 Planteamiento del problema	15
1.3 Formulación del problema	17
1.4 Objetivos	18
1.4.1 Objetivo general	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
1.5 Justificación	18
1.6 Alcances y limitaciones	19
1.6.1 Alcances	19
1.6.2 Limitaciones	19
1.7 Delimitaciones	20
1.7.1 Espacial	20
1.7.2 Temporal	21
1.7.3 Conceptual	21
2. Marco referencial	23
2.1 Antecedentes	23
2.1.1 Antecedentes internacionales	23

2.1.2 Antecedentes nacionales	26
2.2 Marco teórico	28
2.2.1 La precipitación y sus métodos de medición	28
2.2.2 Datos dudosos	30
2.2.3 Métodos de homogeneización hidroclimática	32
2.2.4 El modelo hydro-bid	34
2.2.5 Métodos de evaluación	36
2.2.5.1 Métodos gráficos	36
2.2.5.2 Funciones objetivo	36
2.2.5.2.1 Coeficiente de correlación de Pearson	36
2.2.5.2.2 Error cuadrático medio (ECM)	37
2.2.5.2.3 Raíz del error cuadrático medio (RECM)	38
2.2.5.2.4 Porcentaje de sesgo	38
2.2.5.2.5 Nash sutcliffe efficiency	39
2.2.5.2.6 Eficiencia de Kling Gupta	39
2.3 Marco conceptual	41
2.4 Marco contextual	44
2.5 Marco legal	44
3. Diseño metodológico	47
3.1 Tipo de investigación	47

3.2 Población y muestra	47
3.2.1 Población	47
3.2.2 Muestra	47
3.3 Instrumentos para la recolección de información	48
3.3.1 Técnicas	48
3.3.2 Instrumentos	48
3.3.3 Fuentes primarias	48
3.3.4 Fuentes secundarias	48
3.4 Técnicas de análisis y procesamiento de datos	49
3.5 Fases y actividades específicas del proyecto	49
4. Resultados y discusión	51
4.1 Estudio del estado arte	51
4.1.1 Generalidades de la teledetección espacial	51
4.1.1.1 Sensores remotos aplicados en la gestión de recursos hídricos	61
4.1.1.2 ¿Cómo funciona la misión global de medición de la precipitación (GPM)?	63
4.1.2 Estudios de aplicación de productos de precipitación satelital	71
4.1.2.1 En torno al producto satelital de precipitación TRMM	72
4.1.2.2 En torno a la misión de medición de precipitación (GPM)	74
4.1.2.3 Metodologías de validación satelital	76
4.1.2.3.1 Trabajos tempranos de validación	76

4.1.2.3.2 Trabajos recientes de validación	82
4.2 Proceso de validación satelital	88
4.2.1 Obtención de la información de precipitación	88
4.2.1.1 Producto de precipitación GPM	88
4.2.1.2 Datos ideam	95
4.2.2 Evaluación de la información satelital	97
4.2.2.1 Resolución anual	97
4.2.2.2 Resolución mensual	110
4.2.2.3 Resolución diaria	126
4.2.2 Propuesta de ajuste del modelo	142
4.2.3.1 Resolución anual	143
4.2.3.2 Resolución mensual	157
4.3 Ajuste de la información según el formato hydro-bid	174
5. Conclusiones	180
6. Recomendaciones	181
7. Referencias	182