

30 DE DICIEMBRE DE 2015

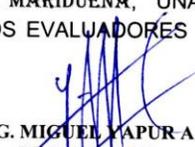
**CONSULTA  
CONSEJO DIRECTIVO  
FACULTAD INGENIERÍA EN  
ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN**

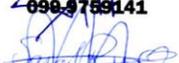
SE CONSULTA A LOS MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO, SI ESTÁN DE ACUERDO EN:

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA MET, PRESENTADO POR LA  
ING. MARÍA ANGÉLICA SANTACRUZ MARIDUEÑA**

**RESOLUCIÓN 2015-1032**

APROBAR EL TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA MET "ESTIMACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA ATENUACIÓN DEBIDO A LA LLUVIA PARA ENLACES SATELITALES QUE OPERAN EN FRECUENCIAS SUPERIORES A 10GHz PARA LAS CIUDADES DE GUAYAQUIL Y QUITO EN ECUADOR", PRESENTADO POR LA ING. MARÍA ANGÉLICA SANTACRUZ MARIDUEÑA, UNA VEZ QUE TIENE LOS INFORMES FAVORABLES DE LOS DOS EVALUADORES Y DEL DIRECTOR DE TESIS.

  
ING. MIGUEL YAPUR A.  
DECANO FIEC  
099-9759141

  
ING. SARA RÍOS O.  
SUBDECANA FIEC  
098-4979880

  
ING. LENIN FREIRE C.  
099-9427932

  
DR. CARLOS MONSALVE A.  
0988675241

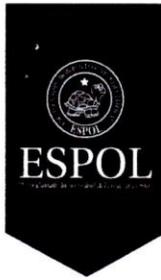
  
SESI. RENATA AVILA S.  
REPRESENTANTE DE TRABAJADORES  
098-8698097

  
ING. CARLOS SALAZAR L.  
0989762198

SRTA VANESSA SORIA  
REP. EST. PRINCIPAL FIEC  
0939795402 / 0982654380

**ALTERNOS:**

ING. LENIN FREIRE C. 099-9427932  
SRTA. JOSELYNE DEL ROSARIO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

Oficio Nro. ESPOL-MET-OFC-0051-2015

Guayaquil, 23 de diciembre de 2015

**GUAYAQUIL:**  
Campus "Gustavo Galindo"  
Km. 30.5 Vía Perimetral  
Casilla: 09-01-5863

**TELÉFONOS:**  
PBX: (593-4) 2269 269  
Teléfonos: 2851 094  
2854 560 - 2854 518  
2854 486

**Campus "Las Peñas"**  
Malecón 100 y Loja  
Peñas Administr. 2081 071

**QUITO:**  
Av. 6 de Diciembre N-33-55  
y Eloy Alfaro Edif. Torre  
Blanca, Piso N°2  
Casilla 17-01-1076

**TELÉFONOS:**  
PBX: (593-2) 2521 408  
2561 199 - 2527 986

[www.espol.edu.ec](http://www.espol.edu.ec)

**Asunto:** PROPUESTA DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA ING. MARÍA ANGÉLICA SANTACRUZ MARIDUEÑA, ESTUDIANTE DE LA I PROMOCION DE LA MAESTRIA EN TELECOMUNICACIONES.

Diciembre 28 del 2015. 523.- Pase a conocimiento y manejo del Consejo Directivo de la FIEC

Master of Science  
Sara Judith Rios Orellana  
**Subdecana de la FIEC**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
En su Despacho

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
*Sara Rios Orellana*  
SUB-DECANA  
FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

RECIBIDO DECANATO  
13 DIC 2015

De mi consideración:

*Leonor Caicedo G.*  
SECRETARIA

Presento ante Ud. y por su intermedio al Consejo Directivo de la FIEC, la propuesta de Trabajo de Titulación: Estimación y comparación de la atenuación debido a la lluvia para enlaces satelitales que operan en frecuencias superiores a 10GHz para las ciudades de Guayaquil y Quito en Ecuador, presentado por la Ing. María Angélica Santacruz Maridueña con C.C. 0908942493, el mismo que fue previamente aceptado por el Director Ph.D. Michele D'Amico, así como por los evaluadores Ing. Vladimir Sánchez, M.Sc. e Ing. José Miguel Menendez, Mg.

Sírvase encontrar adjunto:

- \*Carta de aprobación del Ph.D. Michele D'Amico, Director del Trabajo.
- \*Propuesta que incluye: anteproyecto y temario.
- \*Carta de aprobación del Ing. Vladimir Sánchez, M.Sc., como evaluador de la propuesta.
- \*Carta de aprobación del Ing. José Miguel Menendez, Mg., como evaluador de la propuesta.

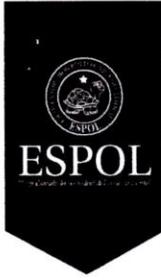
De igual manera pongo a consideración del Consejo Directivo de la FIEC, la designación de los Miembros del Tribunal sugeridos a continuación:

- \* Presidente: Subdecana FIEC.
- \* Director de Tesis: Ph.D. Michele D'Amico.
- \* Miembro Principal: Ing. Vladimir Sánchez, M.Sc.
- \* Miembro Suplente: Ing. José Miguel Menendez, Mg.

Con sentimientos de distinguida consideración.

*Contra*  
ESPOL - FIEC  
RECIBIDO DECANATO

24 DIC 2015



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
"Impulsando la sociedad del conocimiento"

Oficio Nro. ESPOL-MET-OFC-0051-2015

Guayaquil, 23 de diciembre de 2015

**GUAYAQUIL:**  
Campus "Gustavo Galindo"  
Km. 30.5 Vía Perimetral  
Casilla: 09-01-5863

**TELÉFONOS:**  
PBX: (593-4) 2269 269  
Teléfonos: 2851 094  
2854 560 - 2854 518  
2854 486

**Campus "Las Peñas"**  
Malecón 100 y Loja  
Peñas Administ. 2081 071

**QUITO:**  
Av. 6 de Diciembre N-33-55  
y Eloy Alfaro Edif. Torre  
Blanca, Piso N°2  
Casilla 17-01-1076

**TELÉFONOS:**  
PBX: (593-2) 2521 408  
2561 199 - 2527 986

[www.espol.edu.ec](http://www.espol.edu.ec)

Atentamente,

Ph. D. Boris Gabriel Ramos Sanchez  
**COORDINADOR DE MAESTRÍA**

Anexos:

- carta aprobación anteproyecto a\_santacruz.pdf
- informe evaluador - m.sc. sanchez - ing. santacruz.pdf
- informe evaluador - mg. menendez - ing. santacruz.pdf
- anteproyecto a\_santacruz dic18 rev.pdf

Copia:

Ingeniero  
Miguel Eduardo Yapur Auad  
**Decano de FIEC**

Ingeniera  
Johanna Katherine Pacheco Pico  
**Asistente Administrativa y Académica**

Señora  
Leonor Aurora Caicedo Gurumendi  
**Asistente Ejecutiva De Unidad Académica**

Ingeniera  
María Angélica Santacruz Maridueña  
**Docente No Titular**

jp



MAESTRIA EN TELECOMUNICACIONES



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

Milano, 20 de Noviembre de 2015

DIPARTIMENTO DI  
ELETTRONICA,  
INFORMAZIONE E  
BIOINGEGNERIA

Ph.D.  
Boris Ramos  
Director MET

Por medio de la presente le comunico que he revisado el anteproyecto y el temario del tema del proyecto de titulación **“Estimación y comparación de la atenuación debido a la lluvia para enlaces satelitales que operan en frecuencias superiores a 10 GHz, para las ciudades de Guayaquil y Quito en Ecuador”**, el mismo que será desarrollado por la **Ing. María Angélica Santacruz Maridueña**. Considero que la propuesta está bien desarrollada y está lista para ser sujeta a revisión.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,

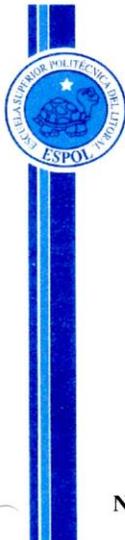
Ph.D. Michele D'Amico

Associate Professor at Politecnico di Milano

Dipartimento di Elettronica,  
Informazione e Bioingegneria  
Via Porzio 34/5

Tel. 02 2399 3400  
Fax 02 2399 3587  
pscode@elet.polimi.it

Partita Iva 04376620151  
Codice Fiscale 80057930150



[www.espol.edu.ec](http://www.espol.edu.ec)

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DEL LITORAL**

*"Impulsando la Sociedad del Conocimiento"*

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN  
MAESTRIA EN TELECOMUNICACIONES**



**INFORME DEL EVALUADOR**

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:**

MARÍA ANGÉLICA SANTACRUZ

**TÍTULO DEL PROYECTO:**

“ESTIMACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA ATENUACIÓN DEBIDO A LA LLUVIA PARA ENLACES SATELITALES QUE OPERAN EN FRECUENCIAS SUPERIORES A 10GHZ, PARA LAS CIUDADES DE GUAYAQUIL Y QUITO EN ECUADOR”

**INFORME Y/U OBSERVACIONES POR PARTE DEL PROFESOR EVALUADOR:**

NINGUNA OBSERVACIÓN. PROPUESTA APROBADA

**NOMBRE Y FIRMA DEL PROFESOR:**

ING. VLADIMIR SANCHEZ PADILLA

**FECHA:** Guayaquil, 7 de diciembre del 2015



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DEL LITORAL

"Impulsando la Sociedad del Conocimiento"

www.espol.edu.ec

FACULTAD DE  
INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN  
MAESTRIA EN TELECOMUNICACIONES



### INFORME DEL EVALUADOR

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

María Angélica Santacruz

TÍTULO DEL PROYECTO:

Estimación y comparación de la atenuación debido a la lluvia para enlaces satelitales que operan en frecuencias superiores a 10GHz, para las ciudades de Guayaquil y Quito en Ecuador

INFORME Y/U OBSERVACIONES POR PARTE DEL PROFESOR EVALUADOR:

- Aprobado

Ing. José Miguel Menendez, Mag.

FECHA: Guayaquil, 22 de Diciembre de 2015

Guayaquil: Campus "Gustavo Gallardo 1", Km. 30.5 Vía Perimetral, contiguo a la Cilla, Santa Cecilia • Castilla: 09-01-5863  
Fax: (593-4) 2854629 • Teléfonos: 2269269 - 2850341 - 2851094 - 2854482 - 2854560 - 2854518 - 2854486 - 2854501  
Campus "Las Peñas", Malecón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2530491 - 2530271  
Quito: Av. 6 de Diciembre N.33-53 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Castilla: 17-01-1076 • Telefaxes: (593-2) 2521408 - 2561199 - 2235150 - 2527986 - 2550618

**RECIBIDO**  
FECHA 22/12/2015 HORA 13h47



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL  
LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y  
COMPUTACIÓN**



**PROPUESTA PARA EL PROYECTO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER  
EN TELECOMUNICACIONES**

**Título:** Estimación y comparación de la atenuación debido a la lluvia para enlaces satelitales que operan en frecuencias superiores a 10GHz para las ciudades de Guayaquil y Quito en Ecuador.

**Autor** : Ing. María Angélica Santacruz  
**Director** : Ph.D. Michele D'Amico

**Guayaquil, Ecuador  
Año 2015**

---

## **ANTEPROYECTO**

### **1. TÍTULO**

Estimación y comparación de la atenuación debido a la lluvia para enlaces satelitales que operan en frecuencias superiores a 10 GHz para las ciudades de Guayaquil y Quito en Ecuador.

### **2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Los enlaces de telecomunicaciones terrestres y satelitales que operan en frecuencias superiores a 10 GHz tienen como principal factor perjudicador, en su cobertura y desempeño, la atenuación de la señal debido a los eventos de lluvia. En este sentido es imprescindible poder estimar con la mayor precisión posible dicha atenuación.

Por esto se tiene en la literatura, investigaciones y modelos que permiten realizar dicha estimación, como los realizados en Europa, Asia, Malasia, Nigeria y Norte América, en los países latinoamericanos no se tienen muchos estudios sobre este tema a excepción de los realizados en Brasil, o Colombia y Venezuela. En Ecuador a pesar de estar localizado en una zona tropical no existen estudios previos similares al respecto.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

El hecho de no contar en Ecuador con estudios relacionados con la atenuación por lluvias en sistemas inalámbricos de comunicaciones que operan en frecuencias superiores a 10 GHz., trae como consecuencia directa que la estimación de la atenuación por lluvias en los mencionados sistemas en Ecuador sean imprecisos, lo que redundará en sobredimensionamientos o subdimensionamientos de los sistemas inalámbricos de comunicaciones que operan en dichas frecuencias.

---

Es importante resaltar que las ciudades de Guayaquil y Quito por encontrarse en la zona ecuatorial presentan altos índices pluviométricos en el año, posiblemente con diversos y considerables niveles de atenuación debido a la lluvia para enlaces de telecomunicaciones que operan en frecuencias superiores a 10 GHz.

Por ello a pesar que en principio se pudieran utilizar en Ecuador estudios llevados a cabo en otras latitudes con climas similares, su uso seguiría siendo una aproximación que pudiera resultar excesivamente imprecisa en diversos casos, por lo que se hace necesario realizar este estudio.

#### 4. OBJETIVO GENERAL

Estimar y comparar la atenuación debido a la lluvia en enlaces satelitales que operen a frecuencias superiores a 10 GHz en Ecuador, para evaluación del rendimiento de los sistemas de comunicaciones satelitales (i.e. degradación de la disponibilidad), destacando el impacto del clima local en las estadísticas de atenuación.

#### 5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener las estadísticas de distribución acumulativa de la lluvia para las ciudades de Guayaquil y Quito a partir de los datos pluviométricos de los tres últimos años con tiempo de resolución de una hora proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).
- Convertir las estadísticas obtenidas con tiempo de resolución de una hora, a una distribución acumulativa de lluvia con tiempo de integración de un minuto, por medio de la aplicación del Modelo matemático de de-integración de Matricciani: *“Una teoría matemática de de-integración de la precipitación integrada durante un prolongado período de tiempo y su aplicación para predecir las estadísticas de las tasas de lluvia de 1 minuto”* (“*A mathematical theory of de-integrating long-time integrated rainfall and its application for predicting 1-min rain rate statistics*”) (Matricciani, 2011).

- Comparar los valores propuestos por la recomendación ITU-P.837-6 “Características de la precipitación para obtener modelos de propagación” con los datos obtenidos al aplicar el modelo matemático de de-integración de Matricciani, (Matricciani, 2011).
- Obtener estadísticas de la atenuación del sistema de comunicación satelital para las ciudades de Guayaquil y Quito aplicando la recomendación ITU-P. 838-3: “Modelo de la atenuación específica debida a la lluvia para los métodos de predicción”.
- Evaluar el rendimiento del sistema de comunicación satelital para las ciudades de Guayaquil y Quito, aplicando la recomendación ITU-R P.618-11 “Datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas de telecomunicación tierra-espacio”, utilizando como entrada la información meteorológica local proporcionada por el INAMHI y modificada aplicando el modelo matemático de Matricciani, (Matricciani, 2011).
- Desarrollar en Matlab todos los programas necesarios para realizar lo anteriormente descrito.

## 6. METODOLOGÍA

El conjunto de datos de entrada está constituido por series de tiempo obtenidas a partir de las mediciones de tasas de precipitación correspondientes a los últimos tres años recogidas por el INAMHI en las ciudades de Guayaquil y Quito, estos datos tienen un tiempo de resolución de una hora lo que resulta demasiado espaciado para esta aplicación, por lo que se utilizará un modelo matemático más adecuado: el método de de-integración de Matricciani: “A mathematical theory of de-integrating long-time integrated rainfall and its application for predicting 1-min rain rate statistics” (Matricciani, 2011), para convertir las estadísticas (i.e. función de distribución acumulativa) obtenidas de los datos proporcionados por el INAMHI a aquellas correspondientes a una resolución de tiempo de un minuto, que son datos más precisos y que se ajustan mucho mejor a las especificaciones requeridas por el modelo ITU-R P.618-11. Estas estadísticas serán luego

---

comparadas con las propuestas por la recomendación ITU-R P.837-6 para destacar las posibles discrepancias.

El rendimiento del sistema de comunicación satelital será evaluado aplicando la recomendación ITU-R P.618-11, utilizando como entrada la información meteorológica local descrita anteriormente. Ambas ciudades Guayaquil y Quito serán consideradas para este estudio y diferentes valores de frecuencia y elevación serán utilizados para la investigación. Por medio del análisis del nivel de atenuación excedido para un porcentaje dado de tiempo para una configuración dada, será posible obtener alguna indicación sobre las contramedidas más eficaces que pueden ser adoptadas para contrarrestar la atenuación por lluvia en Ecuador.

## **7. RESULTADOS ESPERADOS**

Obtención y comparación de las estadísticas de atenuación debido a la lluvia para las ciudades de Guayaquil y Quito que permitan evaluar el rendimiento o disponibilidad de los sistemas de comunicaciones satelitales que operan en frecuencias superiores a 10 GHz en el Ecuador.

Obtención de alguna indicación sobre las contramedidas más eficaces que pueden ser adoptadas para contrarrestar la atenuación por lluvias en Ecuador.

## **8. ELEMENTOS DIFERENCIADORES O INNOVADORES**

El presente estudio utiliza datos de tasas de precipitación propios de las ciudades de Guayaquil y Quito en Ecuador, siendo esto un elemento diferenciador respecto a lo ya existente en la literatura.

La comparación de las estadísticas de atenuación para las ciudades de Guayaquil y Quito que permitan evaluar la disponibilidad de los sistemas de comunicaciones satelitales que operan en frecuencias superiores a 10 GHz también constituye un

---

elemento diferenciador ya que no existen estudios previos sobre este tema en Ecuador.

Otro aspecto innovador es la aplicación a un clima ecuatorial del Método de de-integración de Matricciani: "A mathematical theory of de-integrating long-time integrated rainfall and its application for predicting 1-min rain rate statistics" (Matricciani, 2011).

## **9. TEMARIO**

**AGRADECIMIENTO**

**DEDICATORIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

**DECLARACIÓN EXPRESA**

**RESUMEN**

**ÍNDICE GENERAL**

**ABREVIATURAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**INTRODUCCIÓN**

**CAPÍTULO 1: MARCO REFERENCIAL**

- 1.1. Descripción del problema
- 1.2. Importancia y justificación.
- 1.3. Objetivos del proyecto
  - 1.3.1. Objetivos generales
  - 1.3.2. Objetivos específicos
- 1.4. Alcances y limitaciones

---

1.5. Metodología

**CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

- 2.1. Los efectos de lluvia sobre los sistemas de comunicación satelital que funcionan en frecuencias superiores a 10 GHz (i.e. atenuación).
- 2.2. Atenuación específica en función de la frecuencia, distribución de gotas de lluvia (drop size distribution, DSD).
- 2.3. Revisión de mediciones experimentales efectuadas en regiones tropicales y ecuatoriales (revisión bibliográfica).

**CAPÍTULO 3: ESTADÍSTICAS DE PRECIPITACIÓN Y MÉTODO DE CONVERSIÓN**

- 3.1. Descripción de la base de datos de lluvia que se ha utilizado (tipos de pluviómetros, tasa de adquisición, resolución).
- 3.2. Obtención de estadísticas de precipitación con tiempos de resolución de una hora.
- 3.3. Obtención de estadísticas de precipitación con tiempos de resolución de un minuto (Método de de-integración de Matricciani).
- 3.4. Estadística global, estadística anual, estadística estacional (invierno y verano), el peor mes y el mejor mes.
- 3.5. Comparación con la recomendación ITU-R P.837-6.

**CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN SATELITAL Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

- 4.1. Descripción de los procedimientos y de los métodos usados para evaluar el rendimiento del enlace.
- 4.2. Resultados obtenidos y contribuciones. El efecto de frecuencia, elevación, altura sobre la tierra, polarización.
- 4.3. Comparación entre los resultados obtenidos usando distribución de lluvia local medida y aquellos obtenidos aplicando la recomendación ITU-R P.837-6.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

## GLOSARIO

## ANEXOS

### 10. BIBLIOGRAFÍA

Cardama, A., Cofre, L., Rius, J., Romeo, J., Blanch, S., Ferrando M. (2004). Antenas. Alfaomega-Ediciones UPC. Barcelona, España.

Cermak D., Fiser O., Schejbal V. (2005). Electromagnetic scattering by rain drops. Praga, República Checa: University of Pardubice.

D'Amico, M., Paraboni, A. (2002). Radiopropagazione (1a. Ed.). Milano, Italia: McGraw Hill.

ITU-R (2012). Recomendación P.837-6, Características de la precipitación para establecer modelos de propagación. Disponible en <http://www.itu.int/rec/R-REC-P.837-6-201202-1/es>.

ITU-R (2013). Recomendación P.618-11, Datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas de telecomunicación tierra-espacio. Disponible en: <http://www.itu.int/rec/R-REC-P.618/en>.

ITU-R (2005). Recomendación P.838-3, Modelo de la atenuación específica debida a la lluvia para los métodos de predicción. Disponible en: <http://www.itu.int/rec/R-REC-P.838-3-200503-1/es>.

ITU-R (2013). Recomendación P.1057-3, Probability distributions relevant to radiowave propagation modelling. Disponible en: [http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1057-3-201309-1!!PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1057-3-201309-1!!PDF-E.pdf).

Jong,S., Lam,H., D'Amico, M. (2015). Investigation of Ka-band satellite communication propagation in equatorial regions [versión electrónica]. Asian Research Publishing Network ARPAN (Vol.10), (pp. 9795-9799).

---

Levis, C., Johnson J., Teixeira F. (2010). Radiowave Propagation (1a. Ed.). New Jersey, United States of America: John Wiley & Sons.

Matriccioni, E. (2011). A mathematical theory of de-integrating long-time integrated rainfall and its application for predicting 1-min rain rate statistics. *Int. J. Satell. Commun. Network.*, 29: 501–530. doi: 10.1002/sat.990.

Seybold, J. (2005). Introduction to RF Propagation (1a. Ed.) New Jersey, United States of America: John Wiley & Sons.

Reitz J., Milford F. Christy R. (1984). Fundamentos de la teoría electromagnética (3ª Ed.) México D.F.: México: Fondo Educativo Interamericano.

Sears F. (1972). Fundamentos de Física Electricidad y Magnetismo (6a.Ed.) Madrid, España: Aguilar S A de Ediciones.

Van de Hulst, H. (1981). Light Scattering by Small Particles. New York, United States of America: Dover Publications.

Zhang, W., Mayeri N.(1999) Broadband Wireless Access Working Group. IEEE 802.16cc-00/24.

## **11. APÉNDICES**

Base de Datos INHAMI para modelar eventos de lluvia en Guayaquil y Quito correspondiente a los años 2012, 2013 y 2014.



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

Milano, 20 de Noviembre de 2015

DIPARTIMENTO DI  
ELETTRONICA  
INFORMAZIONE E  
BIOINGEGNERIA

Ph.D.  
Boris Ramos  
Director MET

Por medio de la presente le comunico que he revisado el anteproyecto y el temario del tema del proyecto de titulación **“Estimación y comparación de la atenuación debido a la lluvia para enlaces satelitales que operan en frecuencias superiores a 10 GHz, para las ciudades de Guayaquil y Quito en Ecuador”**, el mismo que será desarrollado por la **Ing. María Angélica Santacruz Maridueña**. Considero que la propuesta está bien desarrollada y está lista para ser sujeta a revisión.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,

Ph.D. Michele D'Amico

Associate Professor at Politecnico di Milano

**RECIBIDO**  
FECHA: 21/11/15 HORA: 11:40  
FIRMA: [Handwritten Signature]  
MAESTRIA EN TELECOMUNICACIONES