



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**ANÁLISIS DE IMPACTO DEL TERREMOTO DE PEDERNALES DE 2016
SOBRE LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS EN HITOS IGM
SELECCIONADOS DE GUAYAQUIL**

TUTOR

Mgtr. MILTON GABRIEL ANDRADE LABORDE

AUTORES

JORGE WASHINGTON MOROCHO PLÚAS

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Análisis de impacto del terremoto de Pedernales de 2016 sobre las coordenadas geográficas en hitos IGM seleccionados de Guayaquil

AUTOR/ES:

Morocho Plúas Jorge
Washington

TUTOR:

Andrade Laborde Milton Gabriel

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

62

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción

PALABRAS CLAVE: Sismo, Topografía, Fotogrametría, Catastro, Geodesia, Cartografía.

RESUMEN:

En la actualidad, existen varias razones por las cuales han motivado al ser humano a realizar estudios sobre fenómenos naturales en este caso se enfoca en análisis es sobre el terremoto en Ecuador, provincia de Manabí el 16 de abril del 2016, el cual logro afectar gran parte de la población de Pedernales, dejando graves consecuencias en economía, infraestructuras y pérdidas humanas. intensidad máxima evaluada es 9 EMS en zonas específicas de la provincia de Manabí (Pedernales). En zonas muy delimitadas de Portoviejo y Manta se alcanzó una intensidad de 8 EMS, Guayaquil se estimó una intensidad de 6 EMS. Tanto así reflejándose en forma física en el daño producido en puntos de control geodésicos, y de manera no tangible en la deformación de sus coordenadas. Considerando el estado de monitoreo continuo de los puntos de red pasiva, nivelación y gravimétrica las cuales conforman parte del marco Geodésico de Referencia del Ecuador y por tanto en consecuencia sufrió una variación de 1800 km de nivelación y densificación gravimétrica y 80 puntos de

la red pasiva también sufrieron cambios en la posición y altura. Los terremotos son uno de los factores de riesgos, lo que hace vulnerable a la industria de construcción y a la humanidad. En este sentido mediante un análisis de impacto del terremoto se determinará la magnitud del desplazamiento, se identificará las características sísmicas y geográficas de los hitos referenciados seleccionados verificando así las diferencias de sus coordenadas de un antes y un después, del terremoto de Pedernales de 2016.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (Web):

ADJUNTO PDF:

SI

NO

CONTACTO CON AUTOR/ES:

Jorge Washington

Morocho Plúas

Teléfono:

098 594 5563

E-mail:

jmorochop@ulvr.edu.ec

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

PhD Marcial Calero Amores

Decano de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción.

Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241

E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec

Mgtr. July Herrera Valencia

Subdenaca de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción.

Teléfono: (04) 2596500 Ext.210

E-mail: jherrerav@ulvr.edu.ec

CERTIFICADO DE SIMILITUD

JORGE MOROCHO TESIS 22 febrero 2024 rv MGAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.geograficomilitar.gob.ec

Fuente de Internet

2%

2

www.igepn.edu.ec

Fuente de Internet

1%

3

www.scribd.com

Fuente de Internet

1%

4

www.dspace.espol.edu.ec

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad TecMilenio

Trabajo del estudiante

1%

6

www.scsequipos.com

Fuente de Internet

1%

7

cybertesis.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

1%



MILTON GABRIEL
ASCRAGE LABORDE

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 1%

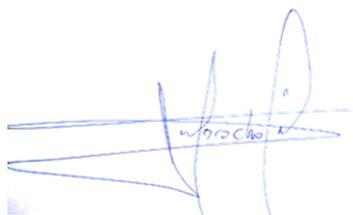
Excluir bibliografía Activo

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado JORGE WASHINGTON MOROCHO PLÚAS, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, (Análisis de Impacto del Terremoto de Pedernales de 2016 sobre las Coordenadas Geográficas en Hitos IGM seleccionados de Guayaquil), corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)



Firma: 

JORGE WASHINGTON MOROCHO PLÚAS

C.I. 0930060439

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación Análisis del Impacto del Terremoto de Pedernales de 2016 sobre las Coordenadas Geográficas en Hitos IGM seleccionados de Guayaquil, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria Y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: Análisis del Impacto del Terremoto de Pedernales de 2016 sobre las Coordenadas Geográficas en Hitos IGM seleccionados de Guayaquil, presentado por el estudiante JORGE WASHINGTON MOROCHO PLÚAS como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.



Firma:

MILTON GABRIEL ANDRADE LABORDE

C.C. 0917583767

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por permitirme llegar hasta este punto de mi vida profesional, a mis padres por inculcar en mí, valores de responsabilidad, respeto y determinación. A mi esposa, por estar a mi lado durante todo mi proceso de estudiante, esposo y padre y a mis hijos por ser el motor de mi vida para poder seguir creciendo profesionalmente.

Jorge Washington Morocho Plúas

DEDICATORIA

Le dedicó esta tesis primero a Dios, por derramar sus bendiciones sobre mí. A mi madre que está en el cielo, y a mi padre por ser el ejemplo de profesional del cual quiero llegar a ser, también a mi esposa por estar siempre presente en todos los momentos más importantes de mi vida.

A mi dedicación y perseverancia, por ser profesional en el área de la Ingeniería Civil, que fueron una motivación para poder seguir adelante.

Jorge Washington Morocho Plúas

RESUMEN – ABSTRACT

For the realization of this degree project which consists of the Analysis of the impact of the 2016 Pedernales earthquake on the geographic coordinates in selected IGM landmarks of guayaquil, it is presented in the following way: We proceed to obtain existing information of the landmarks already georeferencien, so there are monographs of such control points, creating a route to reach the results and test the hypothesis raised.

The methodology that will be used in the development of this research is analyzed, together with the process technique and with the equipment to be used, the population and sample are considered.

The georeferenced position will be identified, from there an infinite number of applications will be possible, in this case points will be linked with others by calculating the displacement distance that separates them.

This will allow us to correlate the data referring to the same control point of (georeferenced information) which come from the year in which the Pedernales 2016 earthquake occurred, calculating the displacement of the earth's crust, in the studied points.

At the end, the results obtained in the field will be analyzed and statistical graphs will be elaborated where the correlation between each control point with its respective current measurement obtained in the field will be determined and the displacement will be verified with the data of the coordinates before and after the Pedernales 2016 earthquake.

Keywords: Crustal, data analysis, evaluation, displacement, earthquake, geodesy.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	2
1.1 Tema	2
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Formulación del Problema:.....	2
1.4 Objetivo General	3
1.5 Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO II	4
MARCO REFERENCIAL.....	4
2.1 Marco Teórico	4
2.1.1 Terremoto Pedernales 16 abril del 2016	5
2.1.2 Intensidades EMS98 del Terremoto 2016 Pedernales	5
2.1.3 Red Geodésica.....	10
2.1.4 Distribución de la REGME.....	10
2.1.5 Puntos de control	14
2.1.6 Impacto del Terremoto Pedernales 2016 en Coordenadas Geográficas. 15	
2.1.7 Importancia de Hitos Georreferenciados.....	15
2.1.8 Marco de referencia geodésico	16
2.1.9 Brecha en la Investigación y Necesidad de Estudio.....	17
2.2 Marco Legal	17
CAPÍTULO III	18
MARCO METODOLÓGICO	18
3.1 Enfoque de la investigación.....	18

3.2 Alcance de la investigación	18
3.3 Metodología y equipos utilizados	18
3.4 Población y muestra	18
CAPÍTULO IV	19
PROPUESTA O INFORME	19
4.1 Procedimientos y análisis de resultados	19
4.1.2 Proceso de datos obtenidos con receptor GNSS	19
CONCLUSIONES.....	34
RECOMENDACIONES	35
Referencias Bibliográficas.....	36
ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Línea de Investigación Institucional.....</i>	<i>3</i>
<i>Tabla 2 Magnitud de momentos de terremotos en Ecuador.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 3 Intensidad (EMS98).....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 4 Puerto Azul (colegio abandonado Abran Lincoln).....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 5 Desplazamientos en puntos de control Puerto Azul (Colegio Abandonado Abran Lincoln)</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 6 Puerto Azul (Gasolinera Primax).....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 7 Desplazamientos de puntos de control Puerto Azul (Gasolinera Primax).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 8 El Salitral.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 9 Desplazamientos de puntos de control El Salitral.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 10 Estación de Bombeo Salitral.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 11 Desplazamientos de puntos de control Estación de Bombeo Salitral.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 12 Urbanización Girazol.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 13 Desplazamientos de puntos de control Urbanización Girazol.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 14 Desplazamientos en puntos de control.....</i>	<i>32</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Mapa de Intensidades EMS 98.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2 Magnitud de momentos (Mw).....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3 Red de Nivelación Fundamental de Ecuador</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4 Red de Gravimetría.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 5 Estación de Monitoreo GNSS</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6 Antena Geodésica GNSS</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7 Equipo completo Antena Geodésica.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 8 Redes GNSS</i>	<i>14</i>
<i>Figura 9 Placa XIV-G-7A Puerto Azul (Colegio Abandonado Abran Lincoln)</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10 Correlación entre desplazamiento e intensidad Puerto Azul (Colegio abandonado Abran Lincoln).....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 11 Placa XIV-G-S-6B Puerto Azul (gasolinera Primax).....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 12 Correlación entre desplazamiento e intensidad Gasolinera Primax.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13 Placa XIV-L7-4A El Salitral.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 14 Correlación entre desplazamiento e intensidad El Salitral</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15 Placa PE-33 Estación de Bombeo Salitral.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 16 Correlación entre desplazamiento e intensidad Estación de Bombeo Salitral</i>	<i>29</i>
<i>Figura 17 Placa BM-15B Urbanización Girazol.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 18 Correlación entre desplazamiento e intensidad Urbanización Girazol</i>	<i>31</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1 Monografía de Punto de Control Geodésico en Urbanización Girazol</i>	39
<i>Anexo 2 Monografía de Punto de Control Geodésico en Puerto Azul</i>	40
<i>Anexo 3 Monografía de Punto de Control Geodésico en Puerto Azul 2019 Hoja de campo</i>	41
<i>Anexo 4 Monografía de Punto de Control Geodésico en Estación de Bombeo Salitral</i>	42
<i>Anexo 5 Monografía de Punto de Control Geodésico en El Salitral Hoja de campo</i>	43
<i>Anexo 6 Punto de Control Geodésico Urbanización Girazol</i>	44
<i>Anexo 7 Punto de Control Geodésico Estación de Bombeo Salitral</i>	44
<i>Anexo 8 Punto de Control Geodésico Puerto Azul (gasolinera)</i>	45
<i>Anexo 9 Punto de Control Geodésico Puerto azul (colegio abandonado Abran Lincoln)</i>	45
<i>Anexo 10 Placa G-S-7A Puerto Azul</i>	46
<i>Anexo 11 Placa PE-33 2019</i>	46
<i>Anexo 12 Placa G-S-6B</i>	47
<i>Anexo 13 Placa XIV-L7-4A</i>	47
<i>Anexo 14 Punto de Control Geodésico El Salitral</i>	48
<i>Anexo 15 Placa BM-15B</i>	48

INTRODUCCIÓN

Para la realización de este proyecto de titulación el cual consiste en el Análisis de impacto del terremoto de Pedernales de 2016 sobre las coordenadas geográficas en hitos IGM seleccionados de Guayaquil se lo presenta por medio de la siguiente manera:

Se procede a la obtención de información existente de los hitos ya georreferenciados, por lo cual hay monografías de dichos puntos de control, creando una ruta para llegar a los resultados y comprobar la hipótesis planteada.

Se analiza la metodología que será empleada en el desarrollo de esta investigación, en conjunto a la técnica del proceso y con los equipos a ser utilizados se considera la población y muestra.

Se identificará la posición georreferenciada, desde allí se posibilitará una infinidad de aplicaciones, en este caso se vinculará puntos con otros calculando la distancia de desplazamiento que los separa.

Esto nos permitirá correlacionar los datos referentes al mismo punto de control de (información georreferenciada) los cuales provienen del año en el que se produjo el terremoto Pedernales 2016, calculando el desplazamiento de la corteza terrestre, en los puntos estudiados.

Al final de analizarán los resultados obtenidos en campo y se elaborará los gráficos estadísticos donde se determinará la correlación entre cada punto de control con su respectiva medida actual conseguida en campo y verificar el desplazamiento con los datos de las coordenadas del antes y después del terremoto Pedernales 2016.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema

Análisis de impacto del terremoto de Pedernales de 2016 sobre las coordenadas geográficas en hitos IGM seleccionados de guayaquil.

1.2 Planteamiento del Problema

El propósito de este estudio es el análisis de impacto del terremoto del 16 de abril del 2016, con epicentro en Pedernales – Ecuador presenta características geológicas y sismo tectónicas de la vertiente del pacifico ecuatoriano, esto nos permite explicar las causas del destructivo microsismo afectando significativamente la infraestructura y el paisaje geográfico de la región.

Este desastre natural no solo causó daños materiales y pérdida de vidas, sino que también tuvo un impacto en la precisión de las coordenadas geográficas de los hitos en todo el territorio ecuatoriano.

Estos hitos se utilizan para la planificación urbana, la gestión de tierras y la cartografía. Sin embargo, hay una falta de estudios detallados que cuantifiquen y analicen cómo las coordenadas de estos hitos se vieron afectadas por el terremoto lo cual impide una comprensión completa de las consecuencias geoespaciales del terremoto y limita la capacidad de planificar la reconstrucción y la mitigación de riesgos futuros.

1.3 Formulación del Problema:

¿Cómo afectó el terremoto de Pedernales de 2016 a las coordenadas geográficas de los hitos IGM?

1.4 Objetivo General

Realizar un análisis del impacto del terremoto de Pedernales del 2016 en las coordenadas geográficas de hitos IGM seleccionados para evaluar las consecuencias geoespaciales del sismo.

1.5 Objetivos Específicos

- Identificar las características sísmicas y geográficas del terremoto de Pedernales 2016.
- Determinar la magnitud del desplazamiento de los hitos georreferenciados mediante la medición de las diferencias en sus coordenadas geográficas antes y después del terremoto de Pedernales de 2016, utilizando tecnología GNSS.
- Analizar la correlación entre la intensidad del terremoto y el desplazamiento de los hitos.

1.6 Hipótesis

El terremoto de Pedernales de 2016 impactó en el desplazamiento geográfico en los hitos geo referenciados.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Tabla 1 Línea de Investigación Institucional

Dominio	Línea Institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco amigable, industria, y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	materiales innovadores para la construcción.

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte, (2024)

Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

Pedernales, zona noroccidental de la región costa del Ecuador, al noroeste de la provincia de Manabí y atravesado por la línea equinoccial, el cantón Pedernales tiene una extensión de 1932,2 km² y una población de 55 128 habitantes, con una extensión de 54km de playas, se condecora como el cantón con más extensión de playa de la costa. Observatorio Territorial, (2021)

A pesar de que en el Ecuador existen varios sistemas de seguridad y respuesta rápida ante eventos peligrosos, no significa que se esté absolutamente preparado para afrontarlos, ya que toda la extensión del territorio nacional se localiza sobre varias de estas amenazas. Ramos, F (2022)

El terremoto del 16 de abril del 2016, provocó variaciones en los puntos de control por la Magnitud de Momento de 7.8 Mw y sus intensidades cercanas a los 0.6s, a una profundidad de 20 km teniendo como epicentro en las coordenadas 0.371°N y 79.940°W. Los antecedentes de este problema se centran en tres áreas principales: los efectos de los terremotos en las coordenadas geográficas.

La importancia de los hitos georreferenciados en la planificación urbana y territorial, y los estudios previos sobre terremotos y sus impactos geoespaciales. Las consecuencias después del terremoto en las estaciones de monitoreo continuo, puntos de red pasiva, nivelación y gravimetría tuvieron variaciones, 1800 km de nivelación y densificación gravimétrica sufriendo también variaciones en la posición y altura en 80 puntos de la red pasiva.

2.1.1 Terremoto Pedernales 16 abril del 2016

Este movimiento brusco en la corteza de la Tierra, que liberó una gran energía acumulada durante un periodo de tiempo donde las placas tectónicas se acomodan este es un proceso que conlleva millones de años y dan forma a la superficie de nuestro planeta, originando continentes y relieves geográficos.

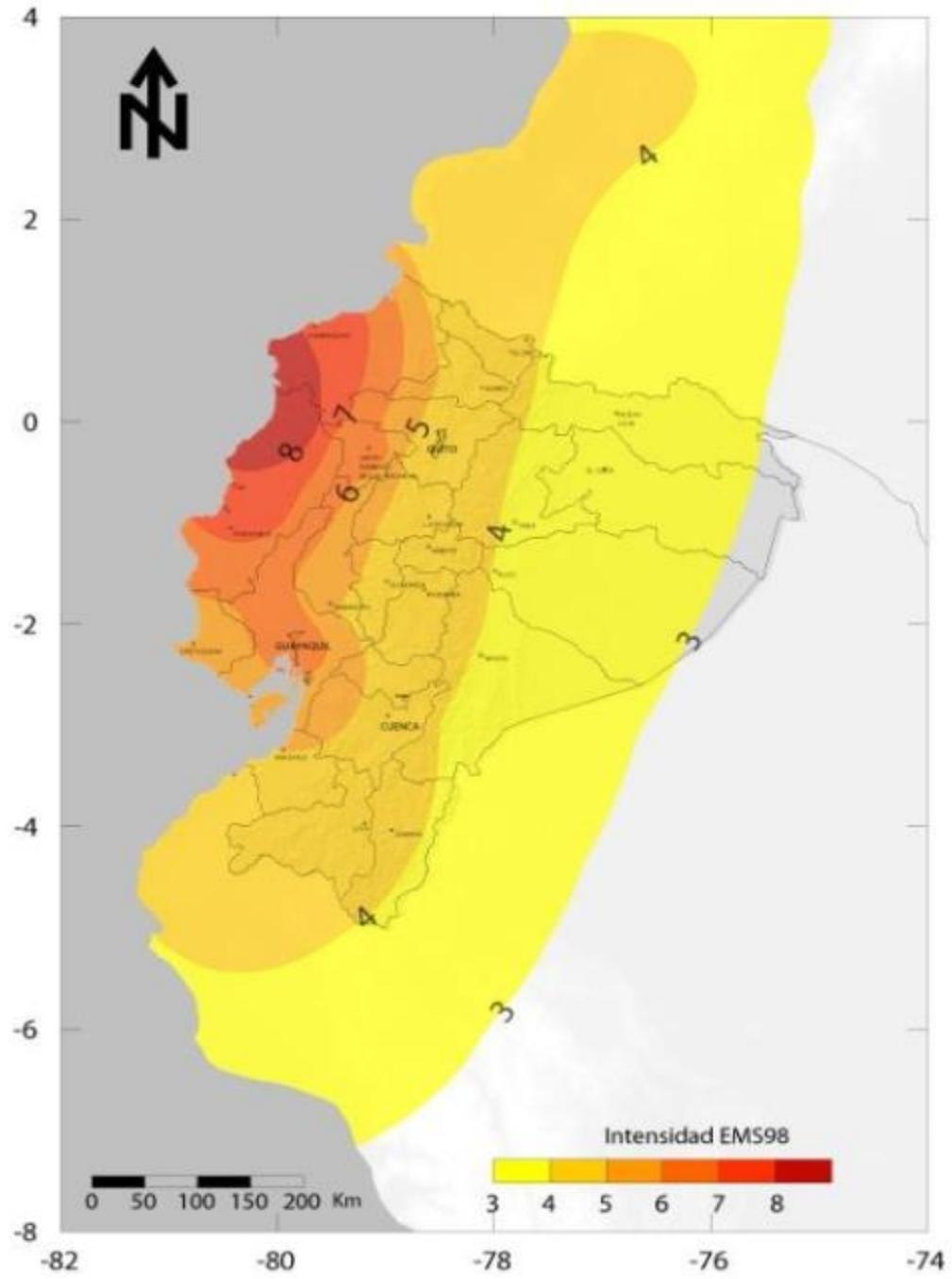
Estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en otros casos las placas chocan impidiendo su desplazamiento, acumulando energía de tensión, que en algún momento se liberará y una de las placas se moverá bruscamente contra la otra rompiéndola y liberándose entonces una cantidad variable de energía que origina el Terremoto.

De Mora Gaibor, M (2023) El Terremoto del 16 de abril del 2016 con epicentro en el cantón Pedernales, provincia de Manabí; ocasiono varios percances, colapso de infraestructuras, cuarteamientos, daños de mampostería, roturas de vidrios, etc., por tal situación fue necesario la implementación de un proyecto para tener en cuenta el desplazamiento en cada punto de control.

2.1.2 Intensidades EMS98 del Terremoto 2016 Pedernales

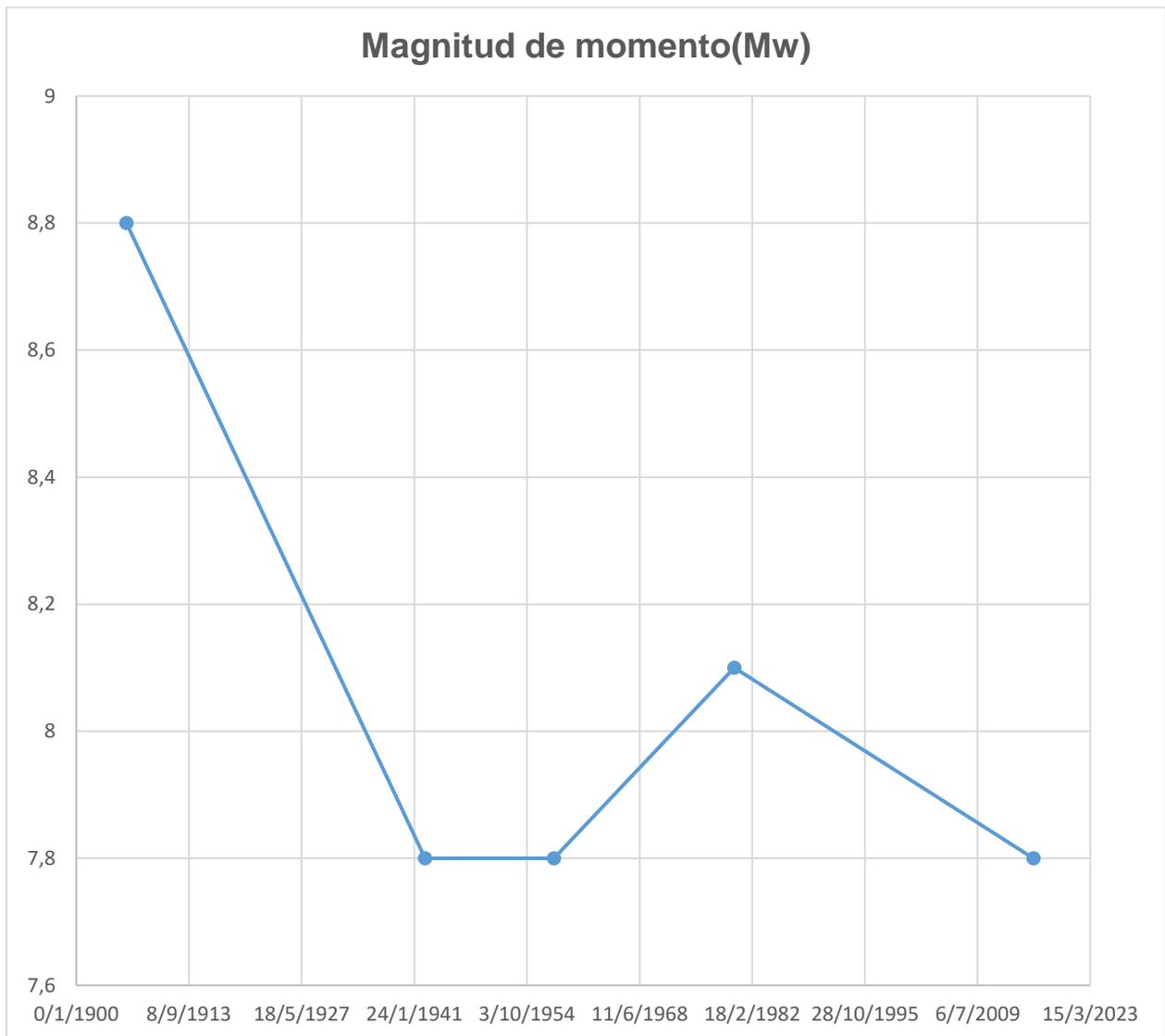
En la figura 1 se muestra el mapa de intensidad máxima evaluada es 9 EMS en zonas específicas de la provincia de Manabí (Pedernales y Chamanga). En zonas muy delimitadas de Portoviejo y Manta se alcanzó una intensidad de 8 EMS, Guayaquil se estimó una intensidad de 6 EMS.

Figura 1 Mapa de Intensidades EMS 98



Fuente: IGEPN, (2016)

Figura 2 Magnitud de momentos (Mw)



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

En el análisis de datos en la figura 2 revela un fuerte respaldo hacia las fechas donde ocurrieron terremotos en los cuales marcaron historia, reflejando diferentes magnitudes de momentos (Mw), destacando ultimo terremoto que ocurrió en el 2016 con epicentro en Pedernales con una Mw de 7.8 a 20km de profundidad.

Tabla 2 Magnitud de momentos de terremotos en Ecuador

Terremotos Ecuador	Magnitud de momentos (Mw)
31/1/1906	8,8
13/5/1942	7,8
19/1/1958	7,8
12/12/1979	8,1
16/4/2016	7,8

Nota: Presentación de fechas donde se produjo momentos de subducción con diferentes magnitudes.

Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Tabla 3 Intensidad (EMS98)

Intensidad (EMS98)	Ciudad
3 EMS	Provincias orientales
4 EMS	Provincias de la sierra
5 EMS	Provincias de la sierra
6 EMS	Manabí, Guayas, y Santo Domingo
7 EMS	Portoviejo y Esmeraldas
8 EMS	Pedernales

Nota: Intensidad (EMS98) medida subjetiva de los daños ocasionados por el terremoto de Pedernales 2016.

Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Intensidad

La intensidad responde a una estimación cualitativa de los efectos del terremoto basados en tres criterios básicos: cómo es percibido por las personas, sus efectos sobre las edificaciones e infraestructuras y sus efectos sobre el terreno y el medioambiente. Por ejemplo, la escala de Mercalli es una escala de 12 grados desarrollada para evaluar la intensidad de los terremotos a través de los efectos y daños causados a distintas estructuras.

Queda claro que la intensidad de un terremoto varía con la cantidad de energía liberada (magnitud) y se encuentra condicionada por parámetros tales como la proximidad al epicentro, las características geológicas y la calidad y naturaleza de edificaciones e infraestructuras como carreteras, puentes, túneles,... por lo que un terremoto puede poseer un único valor de magnitud pero sentirse con diferentes valores de intensidad en diferentes lugares. Geología de Segovia, (2024)

Escala sismológica de Mercadilli (Escala macrosísmica europea EMS98)

Según Lucendo,J (2019) Físico italiano Giuseppe Mercadilli (1850-1914), invento esta escala de 12° desarrollada para evaluar la intensidad de los terremotos a través de los efectos y daños causados a distintas estructuras, así, la intensidad de un terremoto no está totalmente determinada por su magnitud, si no que se basa en sus consecuencias, empíricamente observadas.

Magnitud

Aulinas,Meritxell y otros (2018) La magnitud sísmica es un valor numérico que refleja de manera cualitativa la energía liberada en un terremoto en forma de ondas sísmicas (no recoge, por ejemplo, la energía liberada en forma de calor). Esta energía sísmica determina la mayor o menor amplitud de las ondas sísmicas que podemos registrar, por ejemplo, en un sismógrafo.

A diferencia de la intensidad , es un valor unico , dependiente de la distancia a la cual nos encontremos del epicentro y que no varia según el tipo de construcciones o la calidad del terremoto. La magnitud no tiene un limite superior, aunque para los sismos en la tierra varia entre 0 y 10.

Sismos originadas en las fallas

Suárez, (2021) Ecuador presenta numerosas fallas geológicas entre las placas Nazca y la Continental que ha ocasionado el fenómeno de subducción que producen fuerzas importantes en los bordes de las placas tectónicas. Existen tres tipos de fallas:

Fallas normales que son generadas por fuerzas de tension horizontal, perpendicular al plano de falla, fallas inversas, fallas transcurrentes o desplazamiento, este tipo de falla dan lugar a movimientos horizontales en relacion al plano.

2.1.3 Red Geodésica

Instituto Geográfico Nacional, (2015) Conjunto de puntos denominados vértices, materializados físicamente sobre el terreno, entre los cuales se han realizado observaciones geodésicas, con el fin de determinar su precisión tanto en términos absolutos como relativos. La red Geodésica es la estructura que sostiene toda la cartografía de un territorio.

2.1.4 Distribución de la REGME

El Terremoto del 2016, 7.8 Mw (Magnitud de momento) ocurrido entre la zona de Pedernales y Cojimíes en la provincia de Manabí, produjo un desplazamiento de coordenadas en varias de las estaciones de monitoreo continuo de la REGME.

- Coordenadas Post-sísmicas vigentes a partir del 17 de abril de 2016
- Marco de Referencia: ITRF2008
- Época de Referencia: 2016.43
- Elipsoide de Referencia: GRS80
- Semana GPS: 1900 (DOY 157 - 163)

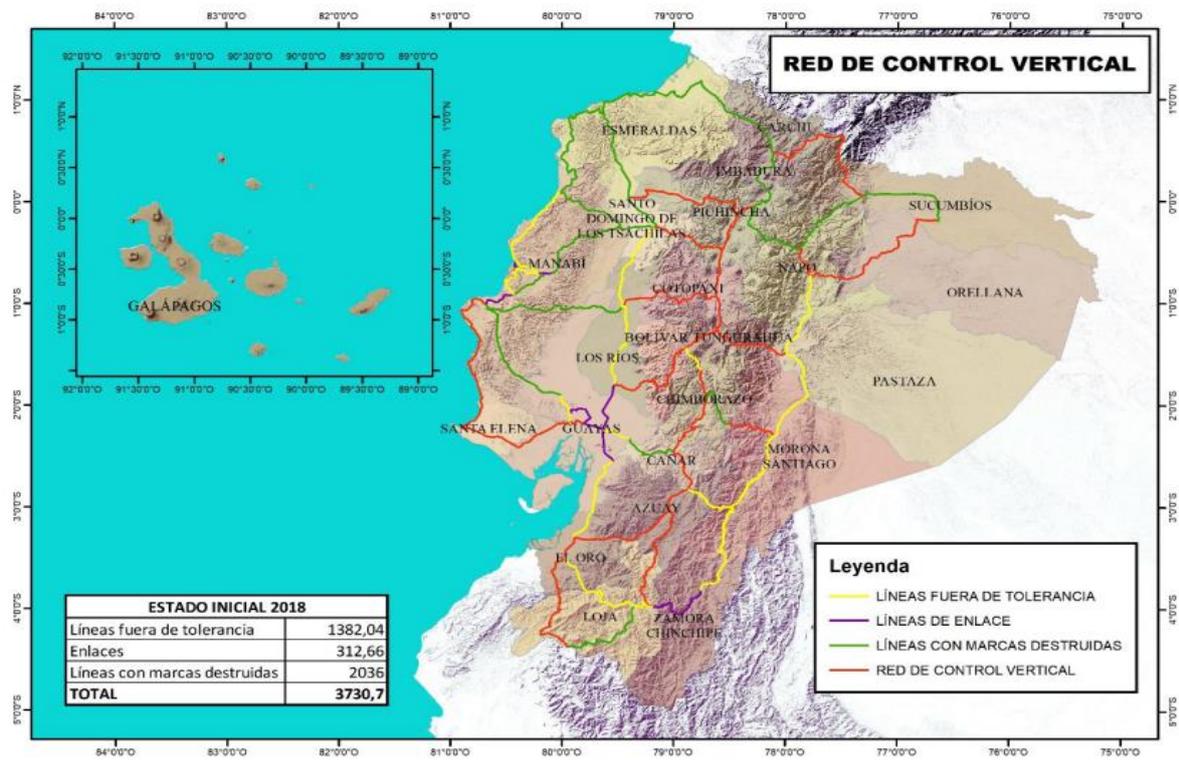
En lo referente a la componente vertical, los valores de desniveles y gravedad se recomendó su uso, únicamente como valores referenciales hasta realizar las observaciones de campo correspondientes que permitan corregir y realizar un nuevo ajuste.

Con la finalidad de homologar la información geodésica – cartográfica generada en los distintos proyectos e investigaciones a nivel nacional, a partir del 17 de abril del 2016, el IGM utiliza como Marco Geodésico de Referencia para el Ecuador las coordenadas 14 ajustadas a ITRF08 - época 2016.43 de las Estaciones de Monitoreo Continuo pertenecientes a la red activa de control horizontal – REGME.

SIRGAS-ECUADOR, época de referencia 2016.43 actualmente está en uso y se encuentra materializado por:

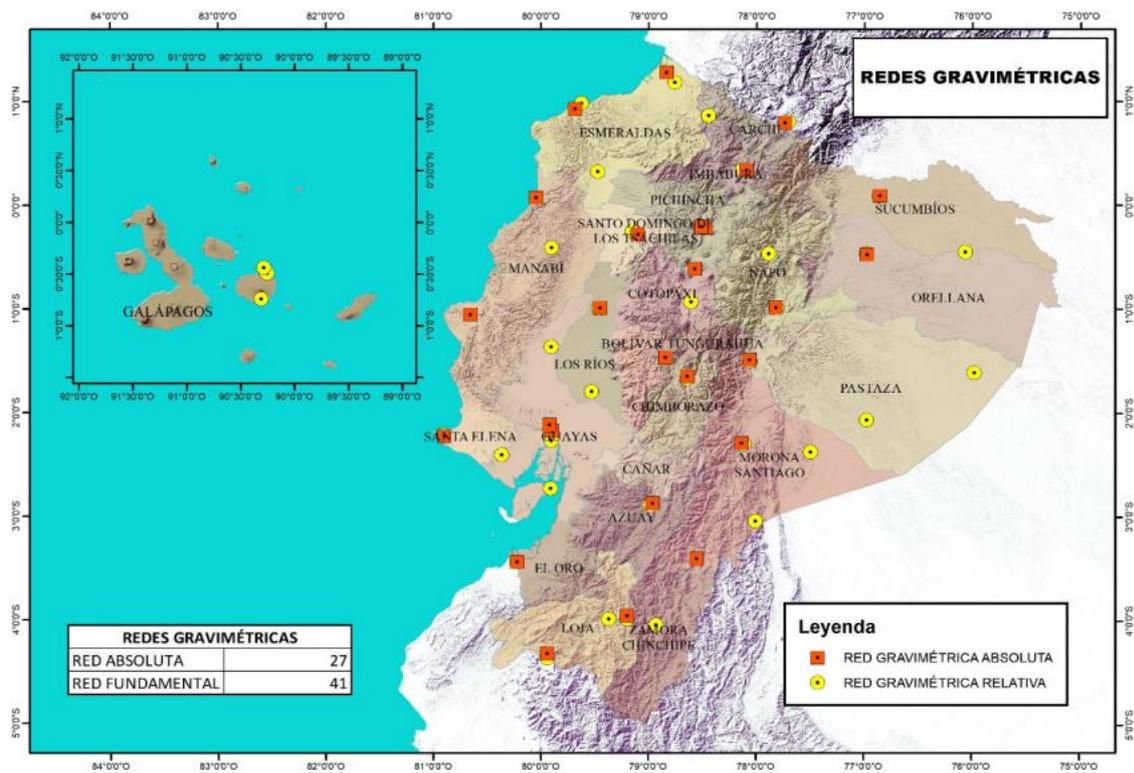
- REGME (Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador): actualmente está conformada por 45 estaciones.
- CEPGE (Centro de Procesamiento de Datos GNSS del Ecuador): el 1 de enero de 2010, es declarado Centro Oficial por parte del Comité Ejecutivo de SIRGAS, constituyéndose en el Cuarto Centro de Procesamiento Oficial de SIRGAS en América. El mantenimiento del marco de referencia, incluye el procesamiento permanente de la red SIRGAS de Operación Continua (SIRGAS-CON), la cual está compuesta por más de 141 estaciones distribuidas en centro y Sudamérica. Instituto Geográfico Militar (2019).

Figura 3 Red de Nivelación Fundamental de Ecuador



Fuente: Instituto Geográfico (2021)

Figura 4 Red de Gravimetría



Fuente: Instituto Geográfico (2021)

Según Instituto Geográfico (2021) El terremoto del 16 de abril de 2016, destruyó gran parte de la vialidad de la zona costera, por lo que la afectación en estas zonas influyó de forma directa en las Redes de Nivelación y Gravimetría, sufriendo la pérdida de puntos materializados con información de altura y gravedad. Estación De Monitoreo y Antena Geodésica GNSS se observa en la figura 5, 6 y 7.

Figura 5 Estación de Monitoreo GNSS



Fuente: Instituto Geográfico (2021)

Figura 6 Antena Geodésica GNSS



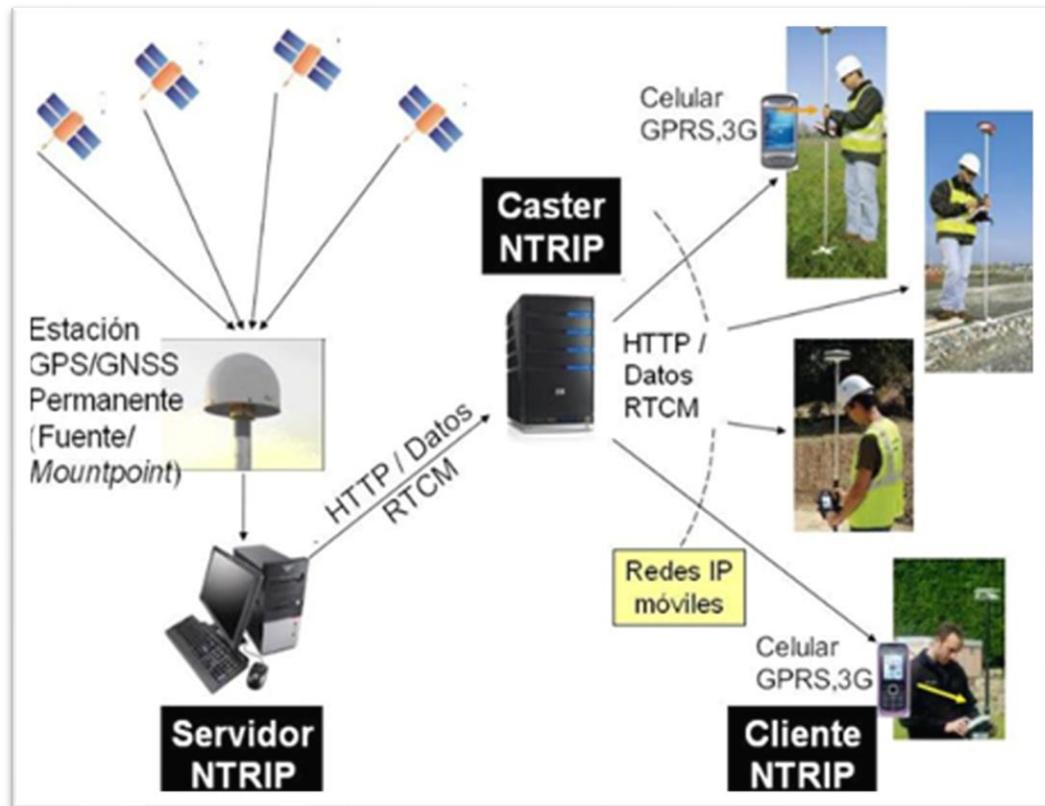
Fuente: Instituto Geográfico (2021)

Figura 7 Equipo completo Antena Geodésica



Fuente: Instituto Geográfico (2021)

Figura 8 Redes GNSS



Fuente (ZENITDRONES, s.f.)

2.1.5 Puntos de control

Instituto Geográfico Militar (2019) Estos puntos de control de campo como los que están ubicados en: Urbanización Girasol, El Salitral, Puerto Azul, y la Estación de Bombeo Salitral de la provincia de las guayas, nos sirve de apoyo para identificar las características sísmicas y geográficas, determinar los desplazamientos de los hitos geo referenciados y analizar la correlación entre la intensidad del terremoto.

Teniendo en cuenta que cada uno de estos puntos de control forman también parte del marco referencial Geodésico Nacional. Los puntos de control son elementos muy importantes al momento de realizar el levantamiento ya que son los puntos de arranque por lo que deben estar bien establecidos estos para lograr un trabajo con mayor precisión. Antepara & Huacón, (2019)

2.1.6 Impacto del Terremoto Pedernales 2016 en Coordenadas Geográficas

El impacto del Terremoto del 16 de abril del 2016, con epicentro en Pedernales - Ecuador, Mw=7.8 causó desplazamientos significativos en la corteza terrestre, afectando las coordenadas geográficas de puntos en estudio. Estos estudios previos han demostrado que eventos sísmicos de gran magnitud pueden resultar en cambios medibles en la posición de hitos georreferenciados.

Dando a conocer puntos de control geodésicos afectados, ubicadas estas placas en la Estación De Bombeo Salitral, Urbanización Girasol, Puerto Azul (gasolinera), Puerto Azul (colegio abandonado Abran Lincoln), El Salitral.

Investigaciones anteriores han abordado cómo los terremotos afectan las características geográficas y topográficas de las regiones. Sin embargo, hay una brecha en la investigación específica sobre el impacto de terremotos en las coordenadas de hitos georreferenciados, especialmente el catastrófico terremoto de Pedernales de 2016.

Esta vulnerabilidad sísmica puede ser mayor o menor dependiendo el lugar o zona poblacional, ya que la misma depende de varios factores, entre algunos factores están el económico, y el factor de organización poblacional controlado por las autoridades competentes de dicha zona. Dutha Yanza, (2020)

2.1.7 Importancia de Hitos Georreferenciados

Los hitos georreferenciados son esenciales para la cartografía, la planificación urbana y rural, y la gestión de tierras. La precisión de estos hitos en estudio es útil para actividades como la delimitación de propiedades, la planificación de infraestructuras y la respuesta a emergencias en Guayaquil. Estos hitos son un punto fijo, y estable que al paso del tiempo sirven de referencia para limitar el territorio.

El instituto geográfico militar (I.G.M.) posee un Geoportal (www.geoportaligm.gob.ec), a través del cual brinda a la ciudadanía del Ecuador y del mundo el acceso a la información cartográfica y cartografía liberada del Ecuador.

Esta herramienta digital brinda la oportunidad a la comunidad de acceder a la información geográfica y sus servicios asociados tales como la visualización, edición

y análisis de cartografías por medio de internet, facilitando el uso de los sistemas de información geográficas (SIG), mecanismo clave de la infraestructura de datos especiales (IDE).

2.1.8 Marco de referencia geodésico

Este conjunto de puntos (lugares localizados en la superficie terrestre) con coordenadas y velocidades ya conocidas en ese sistema de referencia convencional nos sirven para materializar en el espacio el sistema de referencia permitiendo obtener mediciones precisas para evitar algunas distorsiones.

- Visualizador de mapas: información oficial de la cartografía base a escala nacional, regional, 1:50000 liberada y sin costo para efectuar descargas, 1:25000 y 1:5000.
- Catálogos de datos y métodos: con mapas básicos y temáticos.
- Recursos educativos: siendo documentos técnicos encaminados al aprendizaje de las ciencias geográficas como lectura de coordenadas, orientación y lectura de mapas, datos geográficos oficial del Ecuador.
- Artículos técnicos: escritos por especialistas del IGM con temáticas como sistemas de información geográficas, cartografía normativas catastros atlas geográfico del Ecuador. Jimenez Calero y otros, (2019)

Una herramienta informática que se utiliza para el análisis y diseño de información geográfica es el programa ArcGIS, el cual es una serie integrada de software de Sistemas de Información Geográfica que trabaja como un motor compilador de información geográfica alfanumérica (Bases de Datos) y gráfica (Mapas). Mendez y otros, (2013)

Ramiro D, (2022) comenta que la materialización se basa del marco de referencia Internacional IGS05 adoptando el elipsoide WGS84 a nivel regional, el sistema de POSGAR forma parte de la red SIRGAS (sistema de referencia Geocéntrico para Las Américas). Estos hitos georreferenciados están en todo el territorio nacional, cuyas coordenadas pueden utilizarse como base de referencia para mediciones de precisión geodésica.

2.1.9 Brecha en la Investigación y Necesidad de Estudio

A pesar de la relevancia del tema, existe una falta de estudios detallados que aborden específicamente el impacto de los terremotos en las coordenadas de hitos georreferenciados. Este vacío en la investigación subraya la necesidad de un análisis detallado del terremoto de Pedernales y su impacto en la geografía local.

2.2 Marco Legal

- **Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2873 2015-04**
Ingeniería de infraestructura subterránea. Detención de mapeo de servicios básicos o infraestructura subterránea. (INEN, 2015)
- **Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP Volumen N° 2-libro A Norma para Estudios y Diseños Viales.**
2A.301.3 Procedimientos Geodésicos para referenciar los trabajos topográficos.
2A.301.4.5 Monumentación de figuras base y línea base.
2A.301.10 Sistema de transporte de coordenadas entre líneas base.
Sección 2A.302 Conceptos relativos a sistemas de referencia geodésico.
2A.302.2 Sistemas Globales de Referencia
2A.302.1 Sistema WGS-84
2A.302.2.2 Sistema SIRGAS
2A.302.4.1 Respecto de Sistema de Referencia (NEVI-12- MTOP, 2013)
- **Ley de la Cartografía Nacional Capítulo IV Nivel Operacional: Art. 14 y Art. 15.**
- **Ley Orgánica De Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión De Suelo** (Ley S/N) República Del Ecuador Asamblea Nacional Oficio No. San-2016-1196 Quito, 30 De junio De 2016

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

El presente proyecto de investigación adopta un enfoque Cuantitativo, utilizando referencias bibliográficas e instrumentos investigativo de campo.

3.2 Alcance de la investigación

El alcance empleado en el proyecto es exploratorio y descriptivo, ya que su objetivo principal es recopilar datos sobre el terremoto Pedernales 2016 y explorar en campo el impacto en las coordenadas geográficas de hitos seleccionados.

3.3 Metodología y equipos utilizados

La presente investigación se establece la metodología y equipos utilizados en el levantamiento planimétrico según estudio realizados de los puntos de control ubicados en el sector vía la costa de la provincia de Guayas. Para esto se requiere la información dada, que consiste el levantamiento topográfico planimétrico, en base a la ortofoto georreferenciada y con el detalle necesario, la misma que se generó mediante los equipos topográficos de alta precisión.

Cubra el área delimitada y a partir de esta se genere la planimetría a detalle de las zonas objeto de estudio, por medio del sistema NTRIP IGM (Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol) que se refiere a la transmisión de datos de navegación satelital a través de Internet, que trabaja en conjunto mediante un enlace con la Red Geodésica de Control del Instituto Geográfico Militar.

3.4 Población y muestra

Población: Este estudio incluirá todos los hitos georreferenciados en la zona de análisis impactada por el terremoto de Pedernales de 2016.

Muestra: Se seleccionará una muestra representativa de hitos de acuerdo a la fecha antes del terremoto Pedernales 2016, la selección se basará en criterios como la relevancia geográfica actual, y el grado de afectación por el terremoto y la disponibilidad de datos pre-terremoto.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1 Procedimientos y análisis de resultados

En este capítulo se presentarán los informes de monografías de los puntos de control en estudio, adjuntas como (anexos) y los resultados actualizados obtenidos a través de ellos utilizando RTK. A lo largo del proceso, he tenido la oportunidad de aprender de cada uno de estos informes y su análisis. La recopilación de datos y la interpretación de los resultados me ha brindado una visión más clara y detallada de la situación estudiada.

¿Cuál fue la característica del sismo de Pedernales 2016 en términos de intensidad y dirección de las ondas?

El evento natural más catastrófico del siglo en Ecuador-Pedernales se caracteriza por una intensidad máxima de 9 EMS-98 (Escala macrosísmica europea) y una magnitud de momento de 7.8Mw con 20km de profundidad originando movimientos trepidatorio y oscilatorio los cuales generaron ondas sísmicas y se propagaron en todas las direcciones, provocando el movimiento del suelo tanto en forma horizontal y vertical.

En consecuencia, produciendo el desplazamiento de las placas georreferenciadas seleccionadas en vía la costa.

4.1.2 Proceso de datos obtenidos con receptor GNSS

Se procede a realizar el pos- proceso de los datos obtenidos en campo, a partir del punto fijo, se pudo obtener las coordenadas de las estaciones de puntos de control. Para satisfacer el análisis de esta investigación se consideró las componentes vertical y horizontal en el posicionamiento de los detalles de campo las cuales se refiere al marco de Referencia Geodésico oficial Nacional.

Se tomó como referencias las construcciones existentes ya sean estos bordillos cerramientos de hormigón armado, ciclovía, parqueaderos, parterre, gasolinera y delimitaciones indicadas en monografías de puntos de control Geodésico, el mismo que nos indicó los límites establecidos con lo antes mencionado.

Se pudo constatar que la mayor parte de la vía se encuentra delimitado, el cual se procedió a recorrer y tomar toda la información proporcionada en sitio con el equipo (RTK). Es el nombre para la transmisión de datos de navegación satelital a través de Internet enlazados con la página del IGM.

¿Cuál fue la magnitud de desplazamiento de los hitos georreferenciados y sus diferencias en sus coordenadas geográficas en un antes y después del terremoto?

La magnitud del desplazamiento de las placas ubicadas en la Urbanización Girasol, El Salitral, Puerto Azul, y la Estación de Bombeo Salitral varía dándonos diferentes medidas de desplazamiento entre coordenadas geográficas. Basándonos en coordenadas de monografías anexadas en este proyecto y con la verificación actualizada en sitio de cada uno de los puntos de control geodésicos afectados, nos ha brindado una visión más clara y detallada.

Figura 9 Placa XIV-G-7A Puerto Azul (Colegio Abandonado Abran Lincoln)



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Tabla 4 Puerto Azul (colegio abandonado Abran Lincoln)

Puerto Azul (Colegio Abandonado Abran Lincoln)		Zona 17	G-S-7A 1999
Coordenada Geográfica		Coordenada UTM	
Latitud	S 02° 10' 55"	Norte(m)	9758779
Longitud	W 079° 59' 29"	Este(m)	612154
Altura elipsoidal (m)	16,6998		

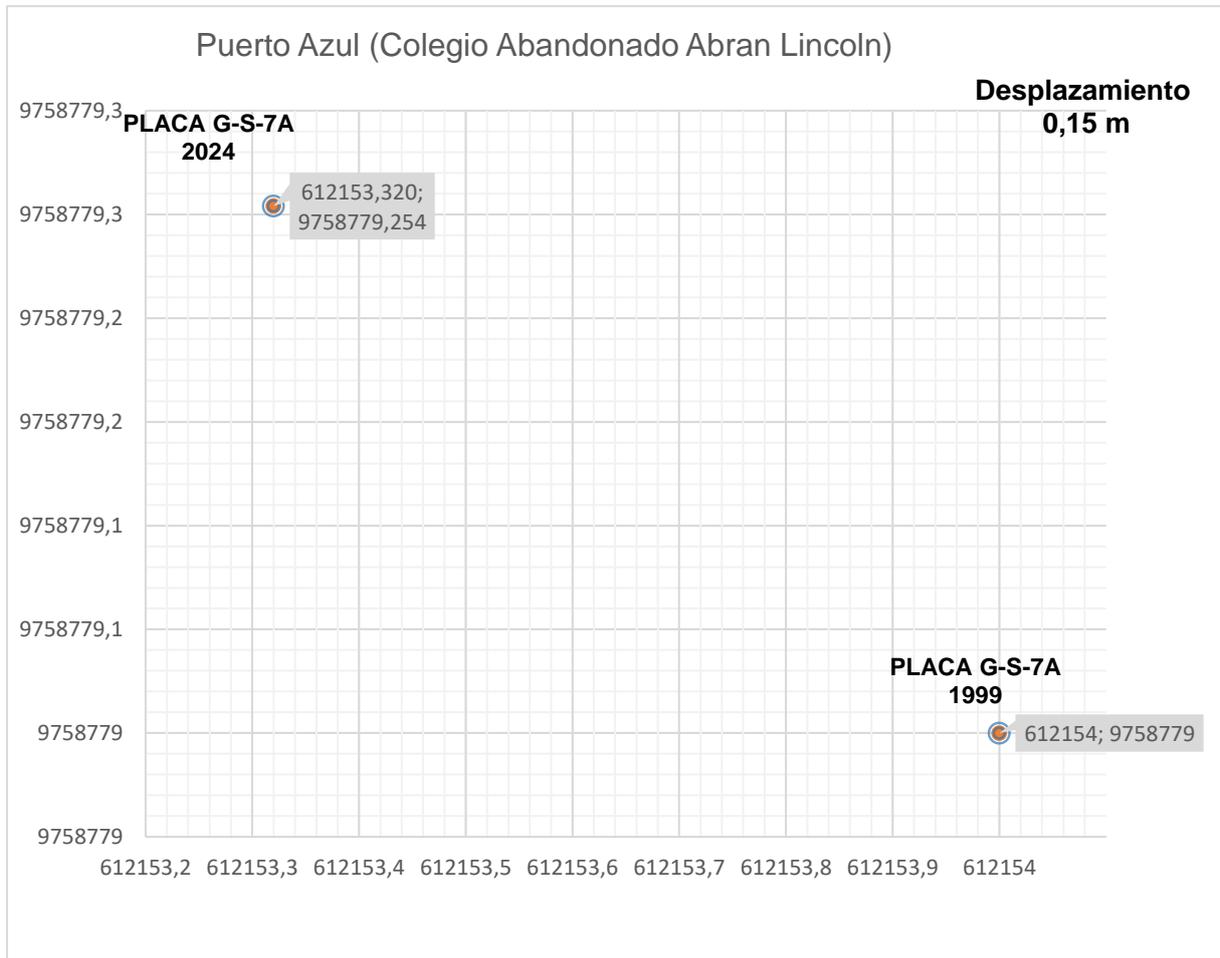
Nota: Datos obtenidos de monografía 1999 de la placa G-S-7A sitio Puerto Azul en colegio abandonado Abran Lincoln
Elaborado por: Morocho,Jorge (2024)

Tabla 5 Desplazamientos en puntos de control Puerto Azul (Colegio Abandonado Abran Lincoln)

Puerto Azul (Colegio Abandonado Abran Lincoln)		Zona 17	G-S-7A 2024
Coordenada Geográfica		Coordenada UTM	
Latitud	S -02° 10' 55,378"	Norte(m)	9758779,254
Longitud	W -079° 59' 29,156"	Este(m)	612153,32
Desplazamiento 0.15m			

Nota: Datos obtenidos en campo 2024 de la placa G-S-7A sitio Puerto Azul en colegio abandonado Abran Lincoln
Elaborado por: Morocho,Jorge (2024)

Figura 10 Correlación entre desplazamiento e intensidad Puerto Azul (Colegio abandonado Abran Lincoln)



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Análisis de la placa G-S-7A (Puerto Azul)

De acuerdo a los datos obtenidos se observa en la figura 9, la medida de desplazamiento entre las coordenadas del año 2016 con las coordenadas actual 2024 tomadas en campo. La magnitud de desplazamiento es de 0.15m que se obtuvo tras terremoto que tuvo epicentro en Pedernales en el año 2016 con coordenadas UTM en el norte 9758779,254 en el este 612153,32. Zona 17.

Esta placa se encuentra empotrada en la acera junto a la entrada al colegio particular abandonado Abran Lincoln, al costado izquierdo de la vía a 60m, en el sitio Puerto Azul.

Figura 11 Placa XIV-G-S-6B Puerto Azul (gasolinera Primax)



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Tabla 6 Puerto Azul (Gasolinera Primax)

Puerto Azul (Gasolinera)		Zona 17		G-S-6B 2019	
Coordenada Geográfica			Coordenada UTM		
Latitud	S 02° 11' 02",41604	Norte(m)	9758562,024		
Longitud	W 079° 58' 37",96649	Este(m)	613734,539		
Altura elipsoidal (m)	15,6354				

Nota: Datos obtenidos de monografía 2019 de la placa G-S-6B sitio Puerto Azul (Gasolinera Primax)

Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

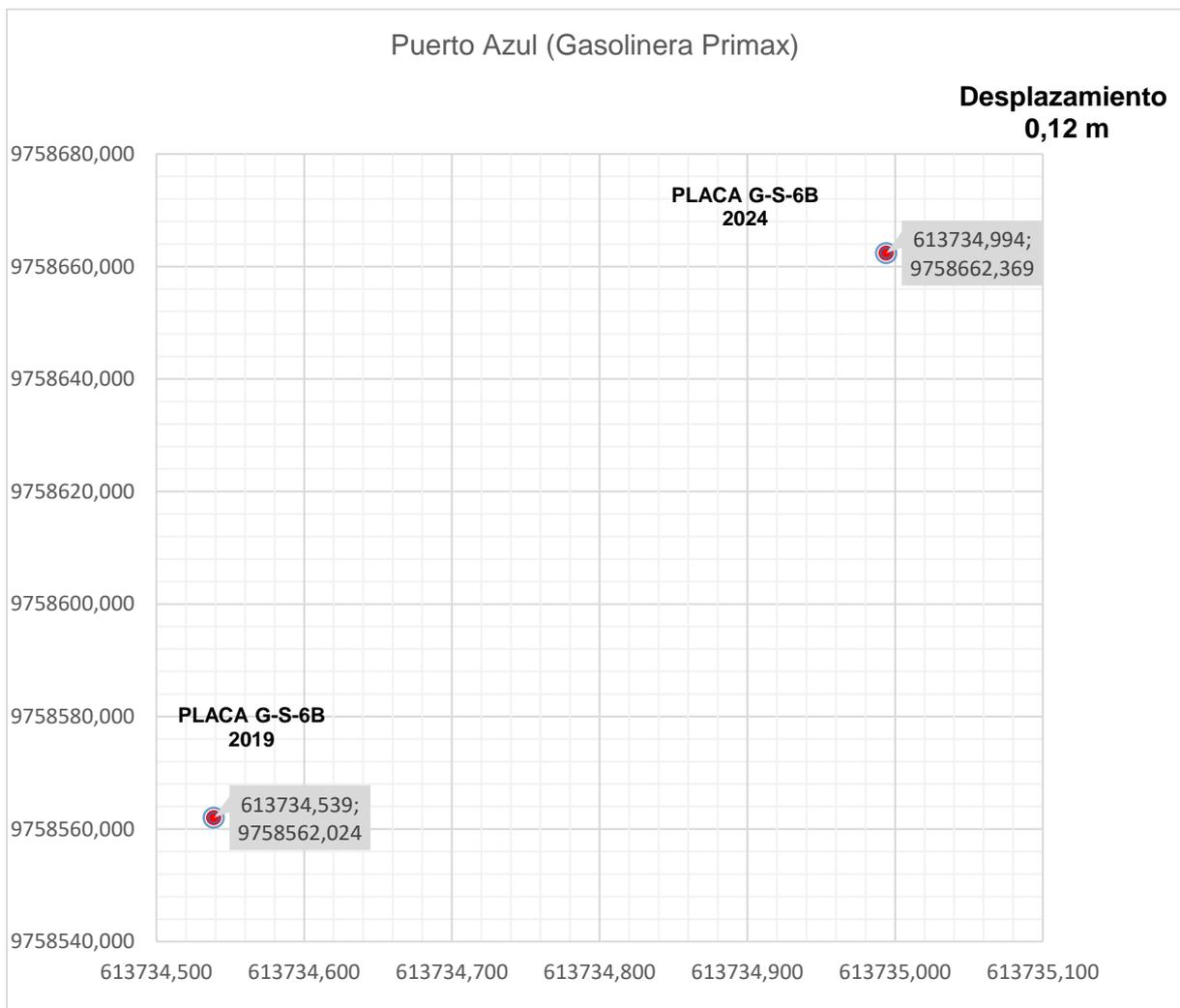
Tabla 7 Desplazamientos de puntos de control Puerto Azul (Gasolinera Primax)

Puerto Azul (Gasolinera Primax)		Zona 17	G-S-6B 2024	
Coordenada Geográfica		Coordenada UTM		
Latitud	S -02° 11' 02,406"	Norte(m)	9758662,369	
Longitud	W -079° 58' 37,96"	Este(m)	613734,994	
Desplazamiento 0.12m				

Nota: Datos obtenidos en campo 2024 de la placa G-S-6B sitio Puerto Azul (Gasolinera Primax)

Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Figura 12 Correlación entre desplazamiento e intensidad Gasolinera Primax



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Análisis de la placa G-S-6B (Puerto Azul)

En la figura 11 se observa la medida de desplazamiento entre las coordenadas del año 2016 con las coordenadas actual 2024 tomadas en campo. La magnitud de desplazamiento es de 0.12m que se obtuvo tras terremoto que tuvo epicentro en Pedernales en el año 2016 con coordenadas UTM en el norte 9758662,369 en el este 613734,994. Zona 17.

Esta placa se encuentra empotrada en la acera a la salida de la Gasolinera Primax, al costado izquierdo de la vía, a 42 m del eje de la vía en el sitio Puerto Azul.

Figura 13 Placa XIV-L7-4A El Salitral



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Tabla 8 El Salitral

El Salitral		Zona 17	XIV-L7-4A 2019
Coordenada Geográfica		Coordenada UTM	
Latitud	S 02° 11'16",25691	Norte(m)	9758134
Longitud	W 079° 56' 59",78671	Este(m)	615767
Altura elipsoidal (m)	9,8212		

Nota: Datos obtenidos de monografía 2019 de la placa XIV-L7-4B sitio El Salitral

Elaborado por: Morocho,Jorge (2024)

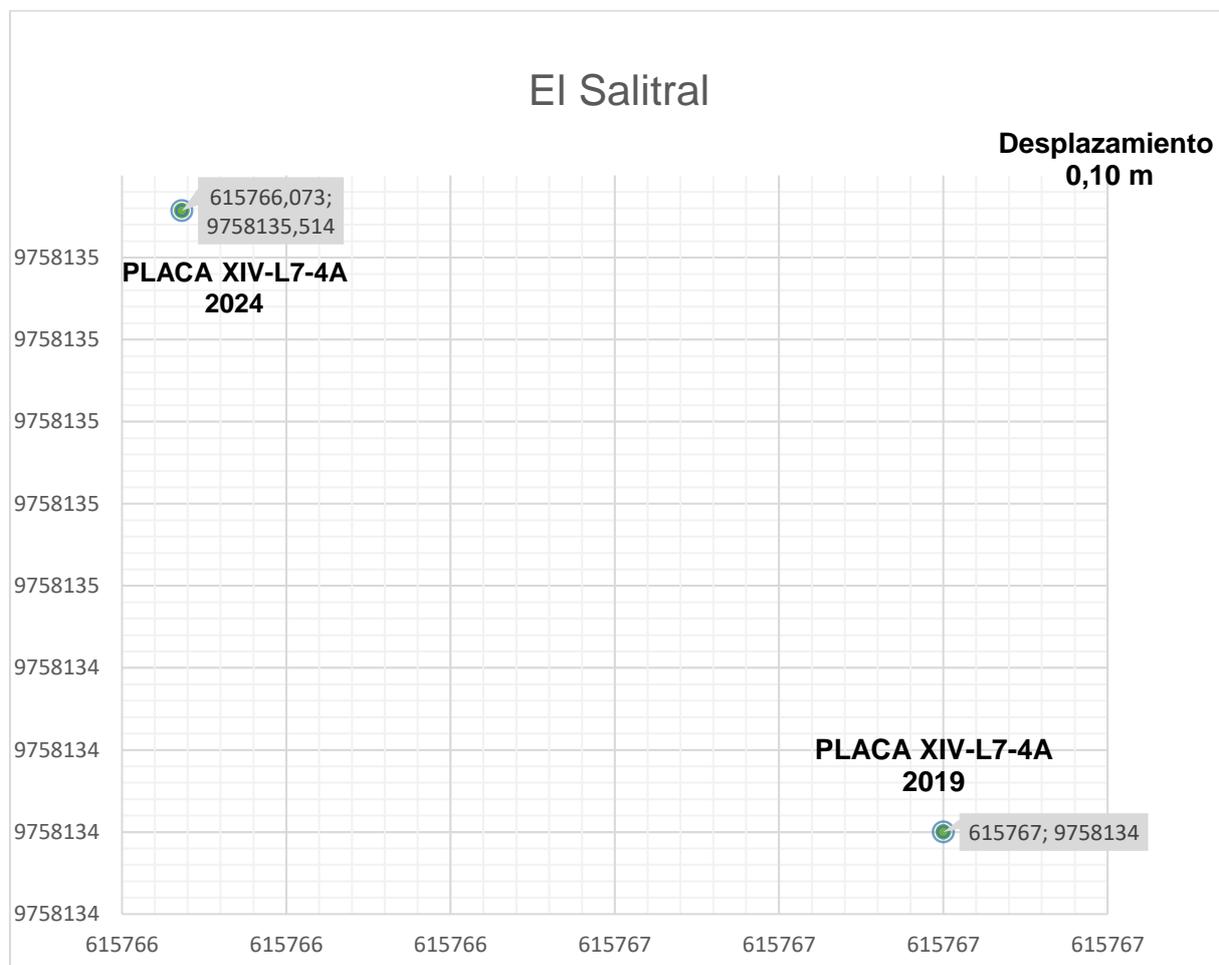
Tabla 9 Desplazamientos de puntos de control El Salitral

El Salitral		ZONA 17	XIV-L7-4A 2024
Coordenada Geográfica		Coordenada UTM	
Latitud	S -02° 11'16,231"	Norte(m)	9758135,514
Longitud	W -079° 56' 59,82"	Este(m)	615766,073
Desplazamiento 0.10m			

Nota: Datos obtenidos en campo 2024 de la placa XIV-L7-4B sitio El Salitral

Elaborado por: Morocho,Jorge (2024)

Figura 14 Correlación entre desplazamiento e intensidad El Salitral



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Análisis de la placa XIV-L7 (Puerto El Salitral)

En la figura 13 se observa la medida de desplazamiento entre las coordenadas del año 2016 con las coordenadas actual 2024 tomadas en campo. La magnitud de desplazamiento es de 0.10m que se obtuvo tras terremoto que tuvo epicentro en Pedernales en el año 2016 con coordenadas UTM en el norte 9758135,514 en el este 615766,073. Zona 17.

Esta placa se encuentra empotrada en el parterre del desvío de las avenidas El Bombero y Puerto Nuevo, desde el eje de la vía 12 m frente a la Terminal de Petroecuador El Salitral.

Figura 15 Placa PE-33 Estación de Bombeo Salitral



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Tabla 10 Estación de Bombeo Salitral

Estación de Bombeo Salitral		Zona 17		PE-33 2019	
Coordenada Geográfica			Coordenada UTM		
Latitud	S 02° 11' 09",92183	Norte(m)	9758329,171		
Longitud	W 079° 56' 47",24219	Este(m)	617154,928		
Altura elipsoidal (m)	21,189				

Nota: Datos obtenidos de monografía 2019 de la placa PE-33 sitio Estación de Bombeo Salitral

Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Tabla 11 Desplazamientos de puntos de control Estación de Bombeo Salitral

Estación De Bombeo Salitral	Zona 17	PE-33	2024
Coordenada Geográfica		Coordenada UTM	
Latitud	S -02° 11' 09,90"	Norte(m)	9758329,723
Longitud	W -079° 56' 47,25"	Este(m)	617154,576
Desplazamiento 0.07m			

Nota: Datos obtenidos en campo 2024 de la placa PE-33 sitio Estación de Bombeo Salitral

Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Análisis de la placa PE-33 (Estación De Bombeo El Salitral)

En la figura 15 se observa la medida de desplazamiento entre las coordenadas del año 2016 con las coordenadas actual 2024 tomadas en campo. La magnitud de desplazamiento es de 0.07m que se obtuvo tras terremoto que tuvo epicentro en Pedernales en el año 2016 con coordenadas UTM en el norte 9758329,723 en el este 617154,576 Zona 17, esta placa se encuentra empotrada sobre plataforma de concreto al costado de la puerta de ingreso a la Estación de Bombeo Salitral.

Figura 16 Correlación entre desplazamiento e intensidad Estación de Bombeo Salitral



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Figura 17 Placa BM-15B Urbanización Girazol



Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Tabla 12 Urbanización Girazol

Urbanización Girazol		Zona 17		BM-15B 2016	
Coordenada Geográfica			Coordenada UTM		
Latitud	S 02° 11' 31,5911"	Norte(m)	9757663,285		
Longitud	W 079° 56' 26,302"	Este(m)	617801,355		
Altura elipsoidal (m)	21,148				

Nota: Datos obtenidos de monografía 2016 de la placa BM-15B-2016 sitio Urbanización Girazol
Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

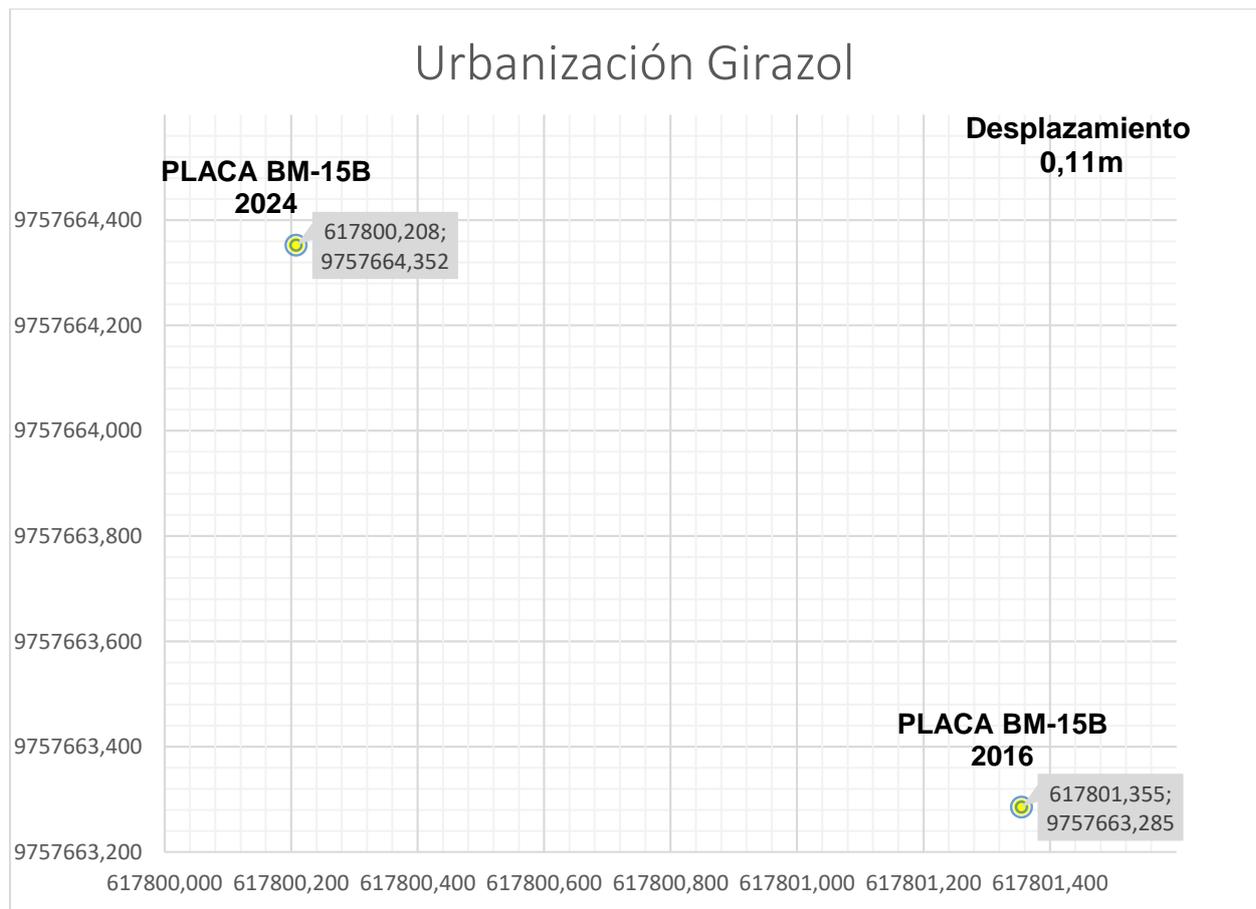
Tabla 13 Desplazamientos de puntos de control Urbanización Girazol

Urbanización Girazol		Zona 17		BM-15B 2024	
Coordenada Geográfica			Coordenada UTM		
Latitud	S -02° 11' 31,55"		Norte(m)		
Longitud	W -079° 56' 26,34"		Este(m)	617800,208	
Desplazamiento 0.11m					

Nota: Datos obtenidos en campo 2024 de la placa BM-15B-2016 sitio Urbanización Girazol

Elaborado por: Morocho,Jorge (2024)

Figura 18 *Correlación entre desplazamiento e intensidad Urbanización Girazol*



Elaborado por: Morocho,Jorge (2024)

Análisis de la Placa BM-15B (Urbanización Girazol)

En la figura 17 se observa la medida de desplazamiento entre las coordenadas del año 2016 con las coordenadas actual 2024 tomadas en campo. La magnitud de desplazamiento es de 0.11m que se obtuvo tras terremoto que tuvo epicentro en Pedernales en el año 2016 con coordenadas UTM en el norte 9757664,352 en el este 617800,208 Zona 17.

Esta placa se encuentra empotrada sobre plataforma de concreto al costado de la puerta de ingreso a la Estación de Bombeo Salitral. La correlación entre la intensidad del terremoto y el desplazamiento de los hitos varia con la distancia al hipocentro del terremoto, mientras este sea más cercano al epicentro del terremoto y más llano sea el hipocentro o foco, más fuerte son sus efectos sobre la superficie terrestre.

La intensidad es un indicador de la fuerza del terremoto, para esto se considera personas, objetos y edificaciones. Para determinar los niveles de intensidad se utilizó la Escala Macrosísmica Europea (EMS98), Escala De Mercadilli, consta de 12 grados.

Tabla 14 Desplazamientos en puntos de control

N°	Puntos de control	Desplazamientos (m)
1	Puerto Azul (Colegio Abandonado Abran Lincoln)	0,15
2	Puerto Azul (Gasolinera Primax)	0,12
3	El Salitral	0.10
4	Estación De Bombeo Salitral	0,07
5	Urbanización Girazol	0.11

Nota: Desplazamientos en placas ocasionados por el terremoto de Pedernales 2016.

Elaborado por: Morocho, Jorge (2024)

Basándonos en el análisis de datos (tabla 14) queda claro que todos los puntos de control (placas georreferenciadas) tuvieron un desplazamiento considerable durante el transcurso de los años desde el 2016, provocado por cada movimiento telúrico. Estos resultados indican un alto nivel de conciencia sobre la importancia de en el desplazamiento de las placas georreferenciadas ya existentes en distintas zonas.

CONCLUSIONES

Con referencia los objetivos se concluyen que la identificación de las características sísmicas y geográficas del terremoto del 2016 son indicadores y nos permiten detectar de probables momentos de subducción.

Se identificó la posición georreferenciada, desde allí se posibilitó una infinidad de aplicaciones, en este caso se vinculó puntos con otros calculando la distancia de desplazamiento que los separa. Con esto se logró correlacionar los datos referentes al mismo punto de control de (información georreferenciada) los cuales provienen del año en el que se produjo el terremoto Pedernales 2016, calculando el desplazamiento de la corteza terrestre, en los puntos estudiados.

También se determinó la magnitud del desplazamiento de los hitos georreferenciados con la medición de las diferencias en sus coordenadas geográficas evidenciando el desplazamiento que tienen cada placa al transcurrir varios años desde el momento de subducción del 2016.

El levantamiento topográfico del área propuesta sector vía a la costa, analizando el impacto del evento por el cual se evaluó cada punto de control identificando las características sísmicas y geográficas.

RECOMENDACIONES

Se debe establecer que la información tanto de los hitos en sitio y próximos hitos a colocar, deberían de ser implantados en lugares no tan próximos a la carretera, ya que esto relativamente suele cambiar.

Es preciso que estos deban ser colocados en los predios de las urbanizaciones levantadas actualmente, ya que estas presentan las condiciones idóneas para colocar información geográfica para no verse afectadas por encontrarse ubicadas a más de 50 metros de la línea central de la vía.

Es necesario dar periódicamente un mantenimiento y actualización de coordenadas luego de un determinado tiempo para corroborar si ha existido algún tipo de asentamiento o cuando se planifique algún cambio de la infraestructura física del sitio para que no se destruyan.

Considerar que país requiere de más observaciones que garanticen la fiabilidad de la información y sobre los lineamientos para la ejecución de trabajos geodésicos y cartográficos.

Referencias Bibliográficas

- Antepara, K., & Huacón, G. (2019). Levantamiento topografico de solares mediante la tecnologia de drones para futuras obras civiles ubicada en el canton Duran, cooperativa fuerza de los pobres.
<https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/574d4eb4-a68c-4158-b1ab-b4a5c9a66d11/content>
- Aulinas, M., Gisbert, G., & Ortuño, M. (2018). *La tierra , un planeta inquieto; Volcanes y terremotos: por qué se originan, como nos afectan y como podemos convivir con ellos*. Universitat de Barcelona Edicions.
[https://www.google.com.ec/books/edition/Tierra_un_planeta_inquieto_La_Volcanes_y/A95fDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=Escala+Macros%C3%ADsmica+Europea+\(EMS+98\),+Escala+De+Mercalli&pg=PA102&printsec=frontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Tierra_un_planeta_inquieto_La_Volcanes_y/A95fDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=Escala+Macros%C3%ADsmica+Europea+(EMS+98),+Escala+De+Mercalli&pg=PA102&printsec=frontcover)
- Culanata Vazquez, F., & Caiza Sanchez, P. (2022). ESTADO DEL ARTE DE ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SISMICA EN ECUADOR. ECUADOR: REVISTA POLITECNICA.
https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/articloe/view/1339
- De Mora Gaibor, M. d. (2023). *Vulnerabilidad físico estructural y funcional ante la amenaza sísmica como componente del desarrollo sostenible en las unidades educativas de la ciudad de San Miguel de Bolivar /Ecuador*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima -Peru:
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/19646/De%20mora_gm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Dutha Yanza, L. (2020). Verificación de criterios de aceptación de elemntos estructurales de acero, ajustando la ductilidad global al desempeño de seguridad de vida. Machala.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16101/1/TTFIC-2020-IC-DE00008.pdf>
- Geología de Segovia, I. (2024). *Terremotos: magnitud e intensidad*.
<https://www.geologiadesegovia.info/terremotos-magnitud-intensidad/>
- IGEPN. (2016). *Reporte preliminar*.
<https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1316-informe-sismico-especial-n-12-2016>
- INEN, S. E. (2015). *NTE INEN 2873 2015-04*. <https://studylib.es/doc/8622373/nte-inen-2873---servicio-ecuatoriano-de-normalizaci%C3%B3n>

- Ingenieria Sismica, R. (2016). *Estudio de peligro sismico de Ecuador y propuesta de espectros de diseños para la ciudad de Cuenca*.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/ris/n94/0185-092X-ris-94-00001.pdf>
- Instituto Geográfico Militar, S. (2019). Adopción del nuevo marco geodésico de referencia para el Ecuador(SIRGAS-ECUADOR).
http://www.geograficomilitar.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/02/proyecto_sirgas.pdf
- Instituto Geográfico Nacional, P. (Diciembre de 2015). *Norma Técnica Geodésica V1.0 Posicionamiento Geodésico Estático Relativo*.
<https://app8.ign.gob.pe/GestionDocumental/Documento.aspx?id=2634>
- Instituto Geográfico, M. (Marzo de 2021). Adopción del nuevo marco geodésico de referencia para el Ecuador(SIRGAS-ECUADOR). Ecuador.
http://www.geograficomilitar.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/proyecto_sirgas.pdf
- Jimenez Calero, N., Magaña Monge, A., & Soriano Melgar, E. (MARZO de 2019). *ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS CON ESTACION TOTAL COMO METODO DIRECTO Y EL USO DE DRONES Y GPS COMO METODOS INDIRECTOS*.
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20697/1/An%C3%A1lisis%20comparativo%20entre%20levantamientos%20topogr%C3%A1ficos%20con%20estaci%C3%B3n%20total%20como%20m%C3%A9todo%20directo%20y%20el%20uso%20de%20Drones%20y%20GPS%20como%20m%C3%A9todos%20indirectos.pdf>
- Ley de Cartografía, N. (2009).
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_Ley-Cartograf%C3%ADa-Nacional.pdf
- Lucendo, J. (16 de Agosto de 2019). *80 Siglos de Invenciones*.
- Mendez, E., Moreira, E., & Saltos, O. F. (2013). "IMPLANTACIÓN DE UN HITO CON COORDENADAS GEOGRAFICAS DEL IGM Y EL LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO Y ALTIMETRICO DE LAS UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI, EMPLEANDO EL PROGRAMA ARCGIS ". Manabi, Ecuador.
<http://repositorio.utm.edu.ec/items/440fb880-ab58-4ebb-bdac-48aa2c834ab3>
- Morocho, J. (2024). Análisis de impacto del terremoto de Pedernales de 2016 sobre las coordenadas geográficas en hitos IGM seleccionados de guayaquil.
- NEVI-12- MTOP, N. E. (2013). NEVI-12_VOLUMEN_2A Norma para estudios y diseños viales. Quito, Ecuador. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

- Observatorio Territorial, M.-U. (2021).
<https://departamentos.ulead.edu.ec/observatorio-territorial/files/2021/04/Reactivacio%CC%81n-Productiva-de-Pedernales-Volumen-1.pdf>
- Posso S, D. (2021). Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes de hormigón armado, en un sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito, del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Ecuador.
<https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4526>
- Ramiro, D. (2022). *Introducción a los sistemas de Información Geográfica(SIG) aplicados al catastro.*
- Ramos, F. (2022). Diseño de un plan de emergencia para el edificio L del campus Edison Riera de la Universidad Nacional de Chimborazo.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9830/1/Ramos%20Flor%20Franklin%20Vicente%20%282022%29%20Dise%C3%B1o%20de%20un%20plan%20de%20emergencia%20para%20el%20edificio%20l%20del%20campus%20Edison%20Riera%20de%20la%20Universidad%20Nacional%20de%20Chimborazo>
- Suárez, R. (2021). Analisis comparativo del espectro de diseño propuesto por las normas ASCE 7-16 y NEC-15 con los espectros del sismo Pedernales del 16 de abril del 2016 obtenidos para las estaciones de la RENAC de IG-EPN.
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6504/1/UPSE-TIC-2021-0025.pdf>
- Universidad Laica Vicente Rocafurte, U. (2024). Línea de Investigación Institucional / Facultad.
- ZENITDRONES. (s.f.). *Redes GNSS.* <https://zenitdrones.com/como-acceder-a-redes-gnss-gratuitas-con-tu-dji-p4rtk/>

ANEXOS

Anexo 1 Monografía de Punto de Control Geodésico en Urbanización Girazol

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR Monografía de Punto de Control Geodésico			
Entidad Ejecutora: Proyecto: GRUCONSA		Registro en el IGM: 11360 Nombre del Punto: BM-15B Código del Punto: 0901500088	
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO			
Pais: ECUADOR	Provincia: GUAYAS	Cantón: GUAYAQUIL	Parroquia: GUAYAQUIL Sitio: URBANIZACION GIRAZOL
CONTROL HORIZONTAL			
Datum Horizontal: SIRGAS 95		Epoca de referencia: 1995.4	
Coordenadas Geográficas:		Coordenadas UTM:	
Latitud (° ' ") S 02° 11' 31.5911	Zona: 17 S	Orden: SEGUNDO	
Longitud (° ' ") W 079° 56' 26.302	Norte (m): 9757663.265	Fecha de determinación: 20-03-2016	
Altura Elipsoidal (m): 21.148	Este (m): 617801.355		
CONTROL VERTICAL:			
Datum Vertical: NIVEL MEDIO DEL MAR		Mareógrafo: LA LIBERTAD	
Línea Nivelación:	Código de la Línea:	Fecha de determinación: 20-03-2016	Coordenadas UTM Aprox.:
Elevación (m): 4.2100	Tipo Nivelación: GEOMETRICA	Orden: PRIMERO	Zona: Norte (m): Este (m):
GRAVIMETRÍA:			
Datum Gravimétrico:	Valor de Gravedad (mGal):	Orden:	Fecha de determinación:
CROQUIS		FOTOGRAFIA PANORÁMICA	
		UBICACIÓN	
		La placa se encuentra empotrada en Jardinería perteneciente a la Urbanización Girazol. El punto anterior se halla 1.3 Km.	
		PLACA	
ACCESIBILIDAD		INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	
Recomendo a lo largo de la Avenida Rodríguez Bonin. Entre los sitios más cercanos, Consulado Americano. Partiendo de la placa XIV-L7-5, ubicada en base de cemento en las instalaciones del Nacional. Al costado derecho de la vía, a 50 m. de su eje.		INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. SE PROHIBE DESTRUIR. PROYECTO, GRUCONSA BM-15B, 03-2016, QUITO-ECUADOR.	
493166.80 ; 2000046.04		MATERIALIZACION	
		PLACA	
		ESTADO	
		BUENO	
		Fecha de Última Visita: 20-03-2016	
OBSERVACIONES			
Elaborado por: 		Ingresado:	
PADILLA BACULIMA ANDRÉS GONZALO		Supervisado: 	
		PADILLA BACULIMA ANDRÉS GONZALO	

Anexo 2 Monografía de Punto de Control Geodésico en Puerto Azul

Comandancia General del Ejército

Instituto Geográfico militar

FORM IGM III0I-N



DPTO. DE GEODESIA

MONOGRAFIA DE CONTROL BASICO VERTICAL

(HOJA DE CAMPO)

NOMBRE DE LA LINEA GUAYAQUIL SALINAS			CODIGO	
ANILLO XIV	LINIA G-5	No 7A	ORDEN 1ero	PAIS ECUADOR
MATERIALIZACION: HITO (), PLACA (X), CLAVO ()			ALTITUD 16.6998	PROVINCIA GUAYAS
FECHA DE MONUMENTACION 1999			CANTON GUAYAQUIL	
JEFE DE EQUIPO SGOP. BRAVO ERNESTO			CIUDAD CHONGON	
COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS 84			PARROQUIA CHONGON	
LATITUD *2 10' 55" S.		LONGITUD *79 59' 29" W--		SITIO PUERTO AZUL
ACCESIBILIDAD				
RECORRIDO A LO LARGO DE LA CARRETERA SALINAS - GUAYAQUIL				
ENTRE (SITIO MAS CERCANOS) CERECITA Y CHONGON				
PARTIENDO DE XIV-L7-29 DESDE LA IGLESIA DEL RECINTO CERECITA				
EL PUNTO ESTA A _____ (km) AL COSTADO IZQUIERDO DE LA VIA A 60 (m)				
DE SU EJE Y SOBRESALE _____ (cm) DEL TERRENO				
UBICACION: LA PLACA SE ENCUENTRA EMPOTRADA, EN LA ACERA JUNTO A LA ENTRADA AL COLEGIO PARTICULAR ABANDONADO ABRAN LINCOLN, AL COSTADO IZQUIERDO DE LA VIA, EN EL SITIO PUERTO AZUL.				
EL PUNTO ANTERIOR SE HALLA A <u>1.3</u> (km) DE DISTANCIA				
REFERENCIAS EN DETALLE PARA LLEGAR AL PUNTO				
DESDE: <u> </u> EJE DE LA VIA <u> </u> <u>60</u> (m) <u>08</u> Az Mg				
<u> </u> (m) <u> </u> Az Mg				
DESCRITO O RECUPERADO POR: SGOP. BRAVO ERNESTO			FECHA: MAYO-2019	
CROQUIS				
			COORD. APROX. UTM WG S 84 NORTE <u>9758779</u> ESTE <u>612154</u> ZONA <u>17 S</u>	
DATOS FOTOGRAFICOS				

Anexo 3 Monografía de Punto de Control Geodésico en Puerto Azul 2019 Hoja de campo

Comandancia General del Ejército

Instituto Geográfico militar

FORM IGM IIIOI-N



DPTO. DE GEODESIA

MONOGRAFIA DE CONTROL BASICO VERTICAL

(HOJA DE CAMPO)

NOMBRE DE LA LINEA GUAYAQUIL - SALINAS				CODIGO	
ANILLO XIV	LINIA G-S	No 6B	ORDEN 1ero	PAIS ECUADOR	
MATERIALIZACION: HITO (), PLACA (X), CLAVO ()			ALTITUD 15.6354	PROVINCIA GUAYAS	
FECHA DE MONUMENTACION 2019				CANTON GUAYAQUIL	
JEFE DE EQUIPO SGOP. BRAVO ERNESTO				CIUDAD CHONGON	
COORDENADAS GEOGRAFICAS SIRGAS 2016 (ITRF 08)				PARROQUIA CHONGON	
LATITUD 2°11'02.41604" S		LONGITUD 79°58'37.96649" W		SITIO PUERTO AZUL	

ACCESIBILIDAD
 RECORRIDO A LO LARGO DE LA CARRETERA **SALINAS - GUAYAQUIL**
 ENTRE (SITIO MAS CERCANOS) **CERECITA Y CHONGON**
 PARTIENDO DE **XIV-L7-29** DESDE LA IGLESIA DEL RECINTO CERECITA
 EL PUNTO ESTA A _____ (km) AL COSTADO **IZQUIERDO** DE LA VIA A **42** (m)
 DE SU EJE Y SOBRESALE _____ (cm) DEL TERRENO
 UBICACION: LA PLACA SE ENCUENTRA EMPOTRADA, EN LA ACERA A LA SALIDA DE LA GASOLINERA PRIMAX, AL COSTADO
IZQUIERDO DE LA VIA, EN EL SITIO PUERTO AZUL.

EL PUNTO ANTERIOR SE HALLA A 1.7 (km) DE DISTANCIA
 REFERENCIAS EN DETALLE PARA LLEGAR AL PUNTO
 DESDE: _____ EJE DE LA VIA _____ 42 (m) _____ 350 _____ Az Mg
 _____ (m) _____ Az Mg
 DESCRITO O RECUPERADO POR: **SGOP. BRAVO ERNESTO** FECHA: **MAYO-2019**

CROQUIS

COORDENADAS UTM.

NORTE 9758562.024

ESTE 613734.539

ZONA 17 S

DATOS FOTOGRAFICOS

PLACA

G-S-6B

V-2019

Anexo 4 Monografía de Punto de Control Geodésico en Estación de Bombeo Salitral



MONOGRAFÍA DE PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO



Proyecto	Nominativo del Punto:	Monumentación	Ubicación	Accesibilidad
INTERAGUA	PE-33	PLACA	URBANO	VEHÍCULO
Dátum Horizontal:	SIRGAS 2016 (ITRF 08)	Época de Referencia:	2016,4	Elipsoide: GRS 80 Dátum Vertical: Nivel Medio del Mar

Pais:	Provincia:	Cantón	Parroquia	Sitio:
Ecuador	Guayas	GUAYAQUIL	FEBRES CORDERO	ESTACIÓN BOMBEO SALITRAL

Coordenadas Geográficas:			Coordenadas UTM:		Fecha de Determinación:	20-09-2019	Altura Nivelada (m):	
Latitud (° ' ")	2	11	9.92183 S	Zona:	17 S	Orden:	Segundo	4.0756
Longitud (° ' ")	79	56	47.24219 W	Norte (m):	9758329.171	Equipo Utilizado:	GPS TRIMBLE	Tipo de Nivelación:
Altura Elipsoidal (m):	21.189			Este(m):	617154.528	Modelo:	GNSS R10	Geométrica

<p>Croquis del Punto</p>	<p>Fotografía del Punto</p>
---------------------------------	------------------------------------

Ubicación:
El punto se encuentra ubicado sobre plataforma de concreto, al costado de la puerta de ingreso a la estación de bombeo Salitral.

Accesibilidad:
Partiendo de la Policía Judicial, en la Av. Rodríguez Bonin, se continúa 1,1 km hasta llegar a la intersección con la Av. del Bombero, en cuyo sitio se encuentra la estación de bombeo Salitral, lugar del punto.

Materialización:
El punto se ha materializado mediante una placa de aluminio de 12 cm de diámetro, sobre la cual se ha grabado el nominativo: PE-33, el año de determinación de coordenadas y su correspondiente inscripción del IGM como institución ejecutora del proyecto.

NOTA:

Elaborado:	Revisado:	Aprobado IGM:	Aprobado INTERAGUA:
Ing. David Cisneros PROCESO DE GEODESIA	Ph. D. José Carrión PROCESO DE GEODESIA	Mayo. Ricardo Coyago Jefe Proceso Geodesia	Ing. Virginia Hervas Jefe Catastro Redes Topografía

Anexo 5 Monografía de Punto de Control Geodésico en El Salitral Hoja de campo

Comandancia General del Ejército

Instituto Geográfico militar

FORM IGM IIIOI-N



DPTO. DE GEODESIA

MONOGRAFIA DE CONTROL BASICO VERTICAL

(HOJA DE CAMPO)

NOMBRE DE LA LINEA GUAYAQUIL - SALINAS			CODIGO	
ANILLO XIV	LINIA L7	No 4A	ORDEN 1ero	PAIS ECUADOR
MATERIALIZACION: HITO (), PLACA (X), CLAVO ()			ALTITUD 9.8212	PROVINCIA GUAYAS
FECHA DE MONUMENTACION 2019			CANTON GUAYAQUIL	
JEFE DE EQUIPO SGOP. BRAVO ERNESTO			CIUDAD CHONGON	
COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS 84			PARROQUIA CHONGON	
LATITUD 2° 11' 16.25691" S.	LONGITUD 79° 56' 59.78671" W		SITIO EL SALITRAL	
ACCESIBILIDAD				
RECORRIDO A LO LARGO DE LA CARRETERA SALINAS - GUAYAQUIL				
ENTRE (SITIO MAS CERCANOS) CERECITA Y CHONGON				
PARTIENDO DE XIV-L7-29 DESDE LA IGLESIA DEL RECINTO CERECITA				
EL PUNTO ESTA A _____ (km) AL COSTADO DERECHO DE LA VIA A 12 (m)				
DE SU EJE Y SOBRESALE _____ (cm) DEL TERRENO				
UBICACION: LA PLACA SE ENCUENTRA EMPOTRADA, EN EL PARTERRE EN EL DESVIO DE LAS AVENIDAS EL BOMBERO Y PUERTO NUEVO, FRENTE A LA TERMINAL DE PETROECUADOR EL SALITRAL.				
EL PUNTO ANTERIOR SE HALLA A 1.3 (km) DE DISTANCIA				
REFERENCIAS EN DETALLE PARA LLEGAR AL PUNTO				
DESDE: _____ EJE DE LA VIA _____ 12 (m) _____ 180 _____ Az Mg _____				
DESCRITO O RECUPERADO POR: SGOP. BRAVO ERNESTO FECHA: MAYO-2019				
CROQUIS			COORD. APROX. UTM WGS 84	
			NORTE _____ 9758134	
			ESTE _____ 615767	
			ZONA _____ 17 S	
			DATOS FOTOGRAFICOS	

Anexo 6 Punto de Control Geodésico Urbanización Girazol



Anexo 7 Punto de Control Geodésico Estación de Bombeo Salitral



Anexo 8 Punto de Control Geodésico Puerto Azul (gasolinera)



Anexo 9 Punto de Control Geodésico Puerto azul (colegio abandonado Abran Lincoln)



Anexo 10 Placa G-S-7A Puerto Azul



Anexo 11 Placa PE-33 2019



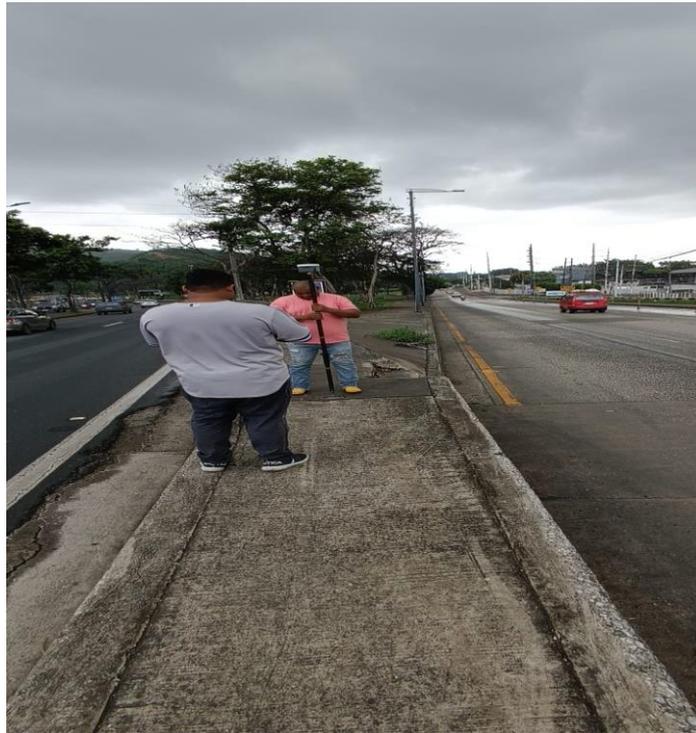
Anexo 12 Placa G-S-6B



Anexo 13 Placa XIV-L7-4A



Anexo 14 Punto de Control Geodésico El Salitral



Anexo 15 Placa BM-15B

