

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

DISEÑO DEL SISTEMA DE LA
RED PERÚ-MAGNETO

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta la bachiller:

Elizabeth Sofía Cáceres López

ASESOR: Dr. Jorge Arturo Heraud P.

Lima, diciembre del 2018



**A mis padres, por su apoyo incondicional.
Al Dr. Jorge Arturo Heraud, por ser paciente y por sus consejos.
A todas las personas que me ayudaron a realizar este trabajo.**

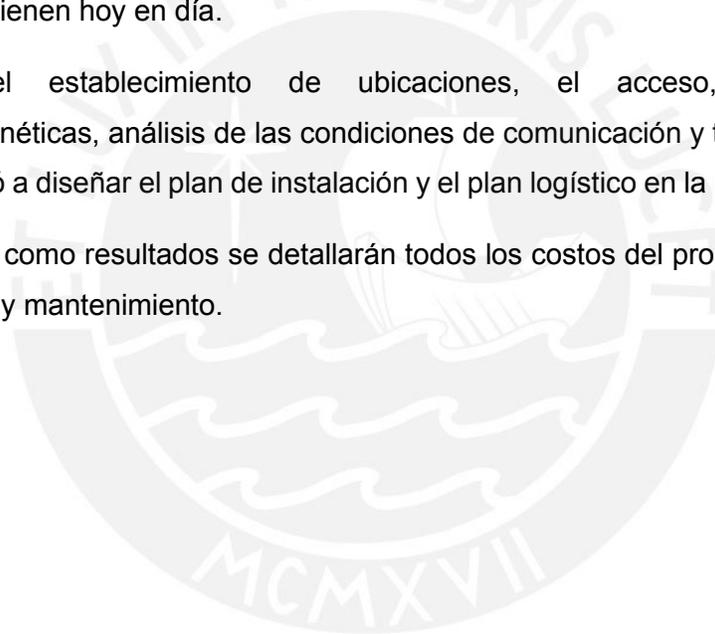
Resumen

El presente trabajo abarca el proceso de diseño del sistema de uno de los proyectos del Instituto de Radioastronomía (INRAS), denominado Perú-Magneto. Este proyecto consiste en una red de estaciones que detectan señales electromagnéticas en el subsuelo para conocer más sobre la Física y Geofísica del movimiento tectónico de placas en la corteza terrestre y poder detectar señales antecesoras a los sismos.

Se tomaron en cuenta los criterios del funcionamiento de las estaciones de magnetómetros que actualmente se encuentran instalados. Con los criterios y con ayuda de herramientas se logró establecer las ubicaciones de 55 estaciones adicionales a las 10 que se tienen hoy en día.

Luego del establecimiento de ubicaciones, el acceso, sus condiciones electromagnéticas, análisis de las condiciones de comunicación y transmisión de datos, se procedió a diseñar el plan de instalación y el plan logístico en la instalación de la Red.

Por último, como resultados se detallarán todos los costos del proyecto y los planes de instalación y mantenimiento.



Índice General

Introducción	1
Capítulo 1: Proyecto Perú-Magneto	2
1.1 Proyecto Perú-Magneto	2
1.2 Funcionamiento de la estación.....	3
1.3 Problemática.....	4
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivos Específicos	7
Capítulo 2: Consideraciones Teóricas	8
2.1 Sismos.....	8
2.2 Efectos destructivos de los sismos	8
2.3 Sistemas de monitoreo y telemetría.....	10
2.4.1 Red de monitoreo de calidad de agua	11
2.4.2 Red de monitoreo de actividad volcánica	11
Capítulo 3: Diseño del Sistema de la Red Perú-Magneto.....	13
3.1 Consideraciones preliminares	14
3.2 Diseño del Sistema de la Red Perú-Magneto.....	14
3.3 Diseño del Plan de Instalación de la Red Perú-Magneto.....	21
3.3.1 Diseño del Plan de Transporte	23
3.3.2 Diseño de la Instalación	23
3.4 Diseño del Sistema de mantenimiento de la red.....	33
3.4.1 Mantenimiento Preventivo	33
3.4.2 Mantenimiento Correctivo	33
Capítulo 4: Presupuestos y Resultados	35
4.1 Trabajo de campo.....	35
4.2 Presupuestos	39
4.2.1 Presupuesto Pre Instalación.....	39
4.2.2 Presupuesto de Instalación.....	44
4.2.3 Presupuestos de Mantenimiento Preventivo.....	48
4.1.3 Presupuestos de Mantenimiento Correctivo	52

4.3 Resultados	53
4.3.1 Costos	53
4.3.2 Ubicación de las estaciones de la Red	53
4.4 Planes estratégicos de instalación y mantenimiento	60
4.4.1 Planes estratégicos de pre-instalación	60
4.4.2 Plan de instalación	61
4.3.2 Plan de mantenimiento	62
Conclusiones	66
Recomendaciones	67
Referencias Bibliográficas	68

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1: Cotización de transporte de magnetómetros.

Anexo 2: Cotización de alquiler de camionetas.

Anexo 3: Especificaciones y cotización de la Workstation

Introducción

El cinturón de fuego del Pacífico, denominado así debido a que en él se produce una gran actividad sísmica y volcánica, es una zona muy peligrosa ubicada alrededor del Océano Pacífico y que cubre desde el continente Asiático hasta América. El Perú, un país en el que habitan alrededor de 32 millones de personas, se encuentra ubicado en esta área. Los habitantes del país, día a día están expuestos a los desastres naturales causados por los sismos.

Los sismos que reciben el apelativo popular de “terremotos”, pueden llegar a tener efectos destructivos por lo que la necesidad de pronosticar estos movimientos siempre ha sido un tema de estudio a lo largo de la historia. Es por eso que el Instituto de Radioastronomía (INRAS) de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) está desarrollando el proyecto conocido como PERU-MAGNETO, el cual estudia las variaciones del comportamiento del campo magnético local a través de sensores llamados magnetómetros ubicados a lo largo de la costa del territorio peruano con el fin de llegar a una futura predicción de estos fenómenos naturales. Actualmente se cuenta con una red de magnetómetros compuesta por diez equipos que envían datos al INRAS mediante telefonía celular e Internet.

El objetivo del presente trabajo es diseñar la expansión de esta red, debido a que con las diez que actualmente se tienen se ha obtenido buenos datos y resultados. Para lograr ampliar esta base de datos y resultados es necesario contar con magnetómetros en todo el litoral. Para esto, en el trabajo avanzado, se ha diseñado la expansión de la red en la costa peruana y otros lugares del Perú con gran actividad sísmica.

Se ha diseñado planes estratégicos y logísticos para una correcta instalación de las estaciones restantes. Así mismo, se tendrá que diseñar planes para los futuros mantenimientos requeridos. Finalmente se ha elaborado un presupuesto total del sistema de la red que incluye todo lo descrito anteriormente.

Capítulo 1: Proyecto Perú-Magneto

1.1 Proyecto Perú-Magneto

El proyecto nació en el Instituto de Radioastronomía (INRAS) en el 2009 luego de un convenio de donación con una empresa norteamericana, la cual proporcionó los primeros magnetómetros al INRAS. Telefónica del Perú proporcionó gratuitamente la conectividad y el dinero para la compra de un magnetómetro adicional. Estos equipos se encargan de medir la actividad del campo magnético de la Tierra a través de las bobinas enterradas en el suelo. Esta información es enviada mediante enlaces celulares 3G al INRAS para su procesamiento y análisis [1].

Se instaló las estaciones en los puntos con una actividad sísmica muy alta, según el mapa sísmico del Perú (Figura 1).

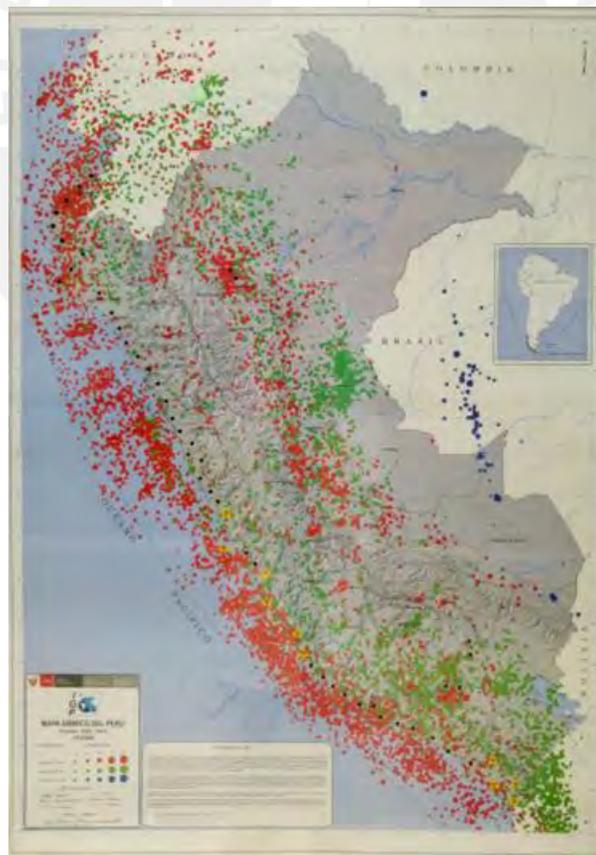


Figura 1: Mapa sísmico del Perú desde 1960 [2].

1.2 Funcionamiento de la estación

Los magnetómetros de las estaciones detectan las señales electromagnéticas del subsuelo en un rango de 50-70 km de radio. Los datos adquiridos son enviados, mediante señal 3G al INRAS para su debido procesamiento y análisis.

Para que un magnetómetro opere debe recibir energía de una batería la cual es cargada por paneles solares. En caso el equipo deje de funcionar o existiese un error, o falla técnica, se cuenta con un dispositivo de reinicio remoto, el cual informa mediante un mensaje de texto a la central de comunicaciones ubicada en el INRAS, para activar el debido reinicio y que el equipo vuelve a operar. En caso el reinicio no haga que la estación funcione adecuadamente, el encargado del proyecto Perú-Magneto debe dirigirse a la estación para solucionar las fallas [3]. En la Figura 2, se muestra un pictograma de las comunicaciones entre la estación y el instituto.

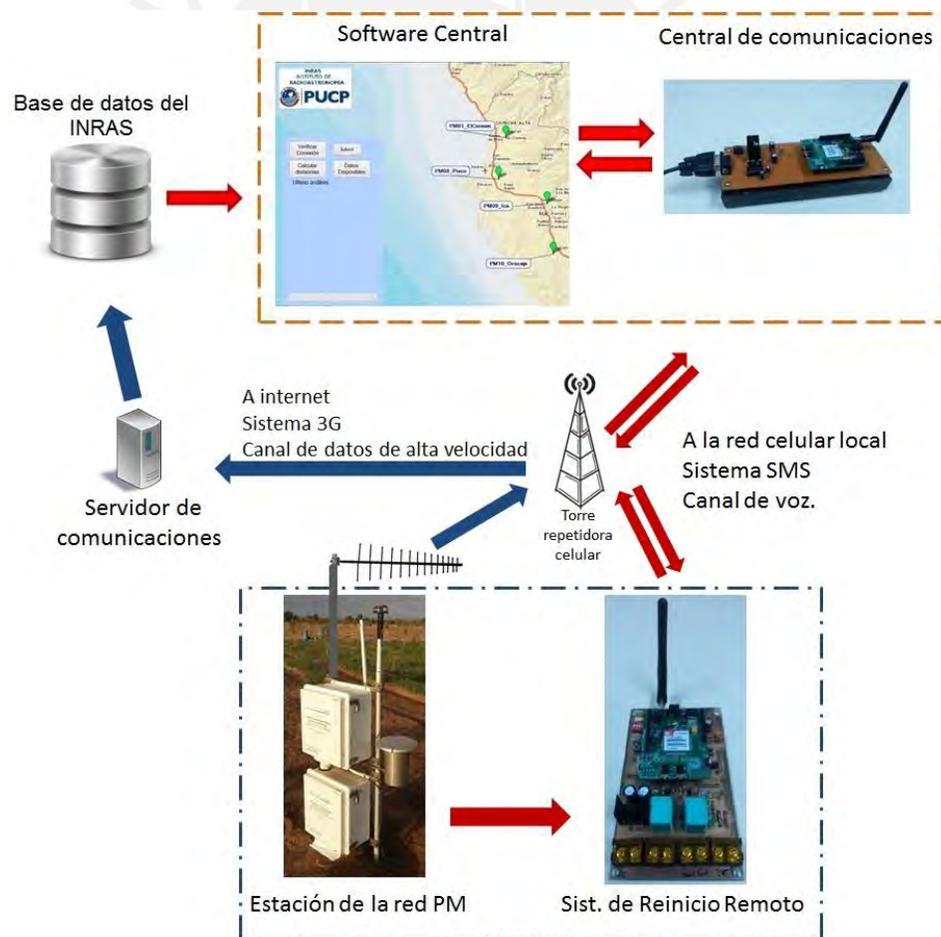


Figura 2: Esquema del módulo de monitoreo [3].

1.3 Problemática

En los inicios del proyecto en los años 2009 y 2010, se decidió instalar un magnetómetro en la región de Ica y uno en la región de Tacna siguiendo el mapa de registro sísmológico del Perú (Figura 1). Ya instaladas las estaciones, se empezó a recolectar datos por el INRAS y a observar el comportamiento de estas señales en relación a los sismos que se producían. Se observó que quince días antes de que ocurriese un sismo aparecía un patrón de pulsos electromagnéticos (Figura 3). Esto constituyó la segunda observación de algo no explicado y constituyó un nuevo y gran descubrimiento.

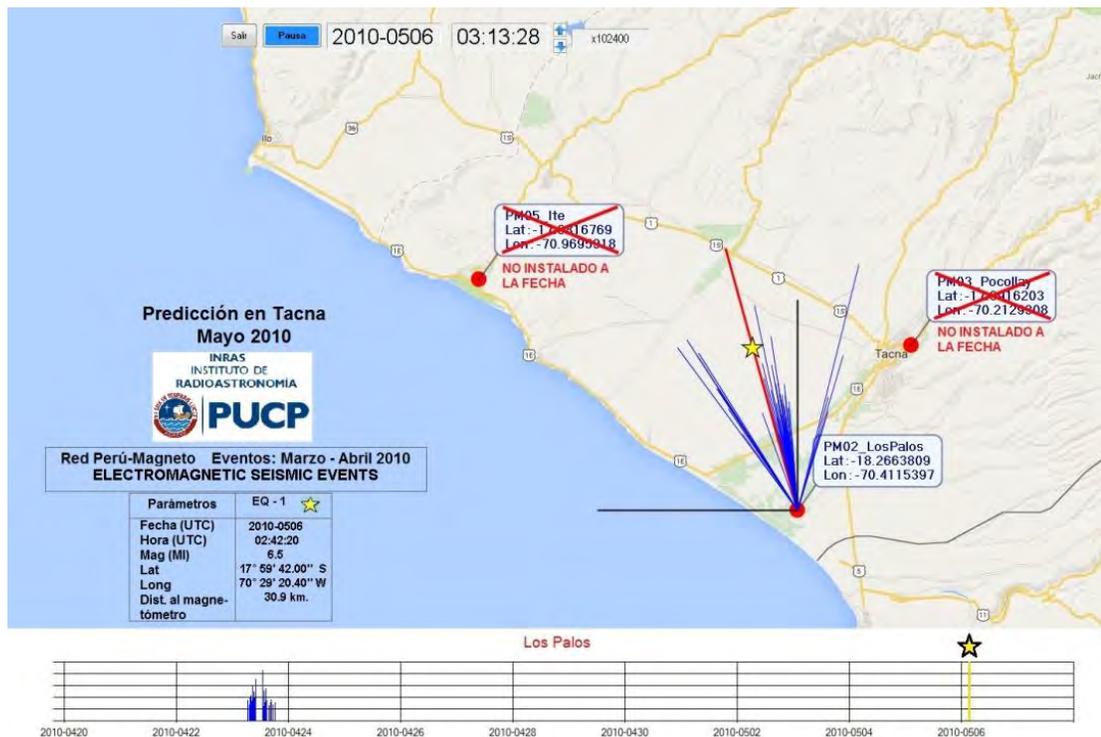


Figura 3: Relación entre pulsos electromagnéticos y el sismo producido en Tacna el 06 de mayo del 2010 [4].

Luego de estos primeros resultados se decidió instalar seis estaciones más, ubicándolas cerca una de la otra para realizar la denominada triangulación de pulsos. La triangulación consiste en la detección de pulsos por parte de dos, o tres, magnetómetros al mismo tiempo, registrando las líneas de pulsos de cada estación y la intersección resultante sería el epicentro del futuro sismo.

Esto fue lo que pasó en el sismo del día 4 de abril de 2013. Se triangularon los pulsos recibidos de las estaciones de Aucallama y San Lorenzo, localizándose el epicentro del sismo a solo pocos kilómetros de distancia de la intersección de ambas líneas de registro de pulsos, como se observa en la Figura 4.



Figura 4: Triangulación de pulsos para el sismo del 4 de abril del 2013 [5].

Para aproximarse a la predicción de sismos, es necesario expandir la red de magnetómetros actual (Figura 5) para realizar el análisis de la triangulación y pronóstico de los posibles epicentros de manera más efectiva. Así mismo, expandiendo la red se podrá abarcar más territorio del país aumentando la captura de datos.

La ampliación generará problemas adicionales debido a que actualmente si una estación falla el personal del INRAS se acerca a realizar el debido mantenimiento pero, una vez expandida la red, la extensión territorial de la Red demandará una nueva estrategia.



Figura 5: Distribución de las estaciones. [2]

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Diseño de la expansión de la Red Perú-Magneto actual. Dicha expansión abarcará todo el litoral peruano y diversas zonas adicionales con gran actividad sísmica para la debida recolección de datos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Estudiar la manera de optimizar la red mediante consideraciones de acceso a la telefonía celular, transmisión de datos, consideraciones de perturbaciones del campo magnético terrestre y otros requisitos de bajo ruido, logística y ubicación en el terreno durante el proceso de diseño con el fin de optimizar los resultados.
- Diseñar el plan estratégico para la correcta instalación de las estaciones.
- Diseñar el plan estratégico para la elaboración de los mantenimientos correctivos y preventivos de las estaciones.



Capítulo 2: Consideraciones Teóricas

2.1 Sismos

El sismo, en la modalidad de subducción, es el resultado del deslizamiento de las placas tectónicas debido a la presión producida por la constante dinámica entre estas. El sismo origina liberación de energía en ondas mecánicas (o sísmicas) que se propagan más allá del hipocentro y movimientos de suelos con aceleraciones peligrosas [6].

2.2 Efectos destructivos de los sismos

La magnitud de un sismo especifica la energía liberada en su hipocentro o punto ubicado debajo de la superficie terrestre (o fondo marino). En este hipocentro se inicia la denominada “zona de ruptura”, que es el punto de contacto entre las placas tectónicas. La escala más usada para detectar magnitud es la escala de Richter en la cual, la magnitud sigue una escala exponencial y el factor entre una magnitud y la magnitud inmediata superior es de 30:1. Así, por ejemplo, un sismo de grado 8 libera 30 veces más energía que uno de grado 7.

A diferencia de la magnitud, la intensidad de un sismo es la percepción de las personas y los daños a estructuras y construcciones. La escala de Intensidad más usada es la de Mercalli o Mercalli Modificada. En la Tabla 1 se indican las diferentes consecuencias que pueden llegar a tener un sismo tomando en cuenta la intensidad de esta (Escala de Mercalli).

De esta forma de medir sismos, se tiene que la magnitud indica la energía liberada en el punto de inicio solamente mientras que la intensidad indica las consecuencias del movimiento en diversos lugares aledaños o vinculados al sismo según la manera como se sintió y los daños físicos que produjo en cada uno de dichos lugares.

Tabla 1: Tabla de intensidades según escala de Mercalli [7].

Intensidad 1	Pocas personas lo han sentido.
Intensidad 2	Pocas personas en posición de reposo lo han sentido.
Intensidad 3	Movimiento que personas sienten, puede ser confundido por un tren al pasar.
Intensidad 4	Movimientos que varias personas sienten.
Intensidad 5	Sacudida sentida por muchas personas.
Intensidad 6	Sacudida sentida por muchas personas, daños ligeros.
Intensidad 7	Todas las personas lo sienten. Temor.
Intensidad 8	Daño ligero de estructuras de buen diseño.
Intensidad 9	Daño considerable de estructuras de buen diseño.
Intensidad 10	Destrucción de estructuras bien construidas.
Intensidad 11	Edificios, rascacielos y puentes caídos.
Intensidad 12	Destrucción total.

2.3 Sistemas de monitoreo y telemetría

Los sistemas de monitoreo y telemetría son aquellos que permiten la observación remota y recolección de datos para que luego sean enviados a otro punto. El sistema, luego de adquirir los datos, generalmente usa un transductor para convertir la señal en voltaje eléctrico. Luego se entabla la comunicación entre dos puntos, ambos con el mismo lenguaje. Por último, luego de que los datos llegan a la estación remota, se usará y analizará para el uso que desea dársele [8]. En la figura 6 se aprecia un esquema básico de un sistema de telemetría.

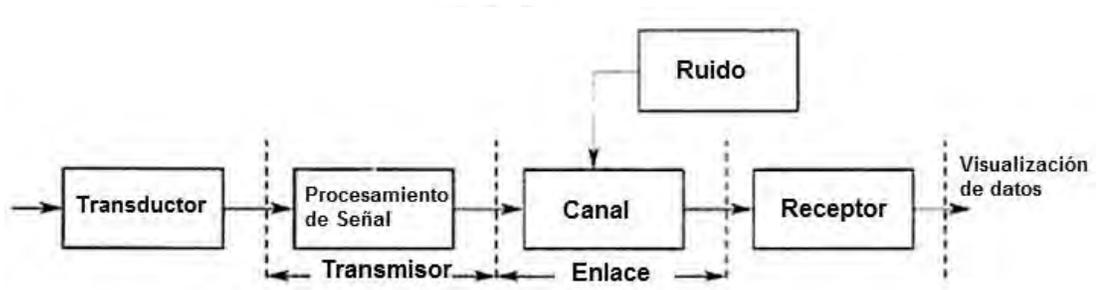


Figura 6: Esquema básico de un sistema de telemetría [8].

2.4 Estado del arte

El principio de comunicación del proyecto Perú-Magneto es en sí, un sistema de telemetría, que envía datos por demanda (*"polling"*) por una red de datos celular 3G y otro sistema que envía datos también por demanda o de manera autónoma, mediante mensaje SMS de la red de telefonía celular. Estos tipos de redes y envío de datos abundan y actualmente existen diversos ejemplos asociados a sistemas de redes de monitoreo.

2.4.1 Red de monitoreo de calidad de agua

El agua es un recurso que es consumida por la sociedad, por lo que es necesario controlar su nivel de calidad para evitar enfermedades. El ministerio de agricultura propone el establecimiento de una red de trece estaciones ubicados en puntos estratégicos donde es posible la contaminación del río Chili, Arequipa [9]. Se puede observar en la Figura 7 la distribución de esta red.



Figura 7: Ubicación de las estaciones [9]

2.4.2 Red de monitoreo de actividad volcánica

Otra área en la que se utilizan redes de telemetría y monitoreo es en la detección de actividad volcánica. El criterio de cómo y dónde posicionar las estaciones para que estas no sufran daños al momento del fenómeno también es una característica importante. Un ejemplo de monitoreo, no solo de actividad volcánica sino también sísmica, se puede apreciar en la Figura 8. Se aprecia el sistema del grupo volcánico Klyuchevskoy, ubicado en Rusia. Utilizando los datos del diámetro de los cráteres de los volcanes y las velocidades de propagación del magma que emanaban, se calculó la distancia entre cada estación de toma de datos [10].

Capítulo 3: Diseño del Sistema de la Red Perú-Magneto

Luego del sismo que ocurrió en Abril del 2013 (ver Figura 4) y los buenos resultados que se obtuvieron luego de este, se decidió ampliar la red. Se necesitaba más información y más análisis estadísticos para obtener más experiencia.

Actualmente, se tienen 10 estaciones instaladas (tal como se puede observar en la Figura 5). Siendo todo el litoral peruano altamente sísmico (como se observa en la Figura 1), se decidió que se deberían instalar estaciones a lo largo de la costa.

El litoral peruano tiene una longitud de 3,080 km, por lo que para saber aproximadamente cuántas estaciones se necesitarán se hizo el cálculo de esta medida entre el rango de acción que tiene el magnetómetro

$$LL = RM \times NM$$

En donde: LL es Longitud del litoral, RM es el rango de acción del magnetómetro y NM es el número de equipos.

$$3080 = 50 * NM$$

$$NM = 61.6$$

Se llega a que se necesitan 62 estaciones para abarcar todo el litoral.

Según la Figura 1, otras zonas altamente sísmicas se encuentran en diferentes regiones en el interior del país, como en el caso de las ciudades de Moyobamba, Cusco, y Arequipa (Sierra). Por lo que se decidió que en esas zonas también se instalará un mínimo de dos estaciones (para poder realizar la triangulación).

Se adquirirá 60 magnetómetros para completar la expansión de la red. De los 60, un porcentaje de estos serán destinados a ser remplazo en caso se manifiesten averías en las estaciones instaladas.

3.1 Consideraciones preliminares

Se determinó, por experimentos y resultados anteriores, que las estaciones trabajan adecuadamente si cumplen los siguientes requisitos:

- Las estaciones deben estar alejadas de fuentes que producen ruido (mecánico, eléctrico o magnético) inducido. Deben estar alejadas de instalaciones eléctricas y líneas de transmisión para que no se produzca el ruido inducido eléctrico; alejadas de lugares transitados para que los pasos de las personas no produzcan el ruido inducido mecánico; y alejadas de metales para evitar las alteraciones del campo magnético.
- Las estaciones deben estar en lugares donde haya cobertura celular e internet 3G o mayor a 1,500 Kbps

Un criterio que se debe tomar en cuenta, además de los ya antes mencionados, es que la distancia entre estaciones sea de 50 km aproximadamente. Esto debido a que el rango de operación de cada equipo es del orden de 50-70 km.

3.2 Diseño del Sistema de la Red Perú-Magneto

Se escogieron las ubicaciones de cada estación basados en las consideraciones preliminares. Para ello se utilizaron dos herramientas de software.

- **Google Earth**

Esta herramienta de Google contiene el mapa geográfico de la Tierra. Con el uso de satélites de la compañía se puede visualizar casas, vecindarios, valles, ríos, terrenos, etc. Gracias a este programa gratuito se pudo observar detalladamente la geografía del país, autopistas y zonas urbanizadas.

- **OpenSignal**

Aplicación que permite saber si en una determinada área existe conectividad o no de diferentes operadores móviles (en este caso se buscará conexión de la operadora que donará la transmisión de datos vía internet 3G y celular 2G).

Utilizando estos dos programas en conjunto, se pudo hallar zonas geográficamente idóneas en las cuales existe conectividad. Se detallarán los pasos para escoger la localización adecuada para una estación a continuación.

- 1) Escoger el rango de ubicación. En este punto, como se aprecia en la Figura 9, se dibujó una circunferencia con la ayuda de la herramienta “Ruler” del programa *Google Earth*, teniendo como centro el magnetómetro anterior y un radio menor o igual a 50 km, rango de acción de cada equipo.

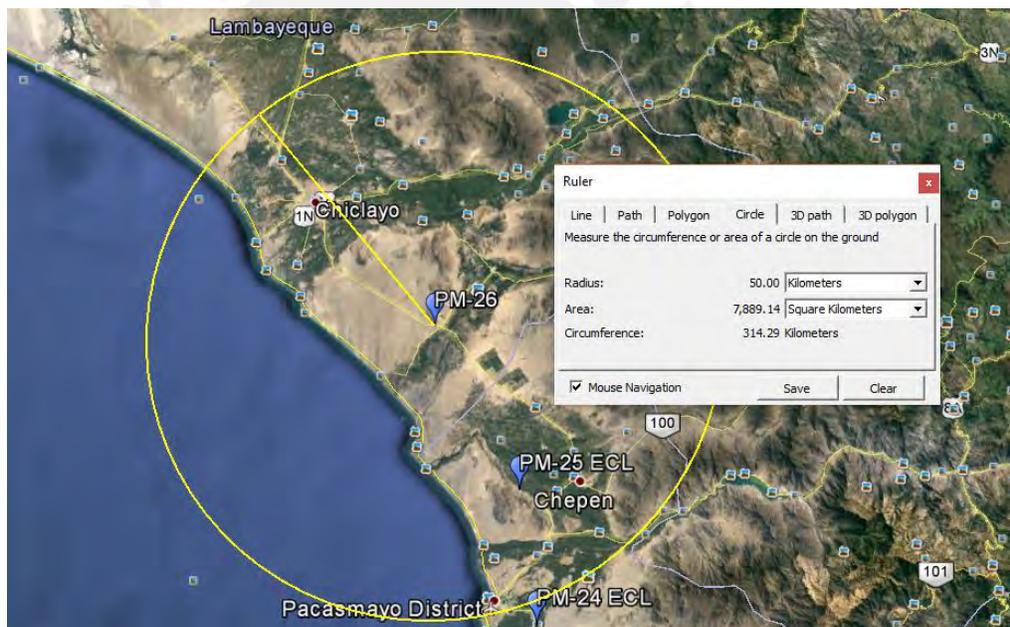


Figura 9: Rango de ubicación del PM-27.

- 2) Conectividad en el rango de ubicación. Utilizando el programa *OpenSignal*, se verifica que en área previamente seleccionada exista conectividad 2G/3G del operador. En la Figura 10 se visualiza las zonas con conectividad (puntos verdes).

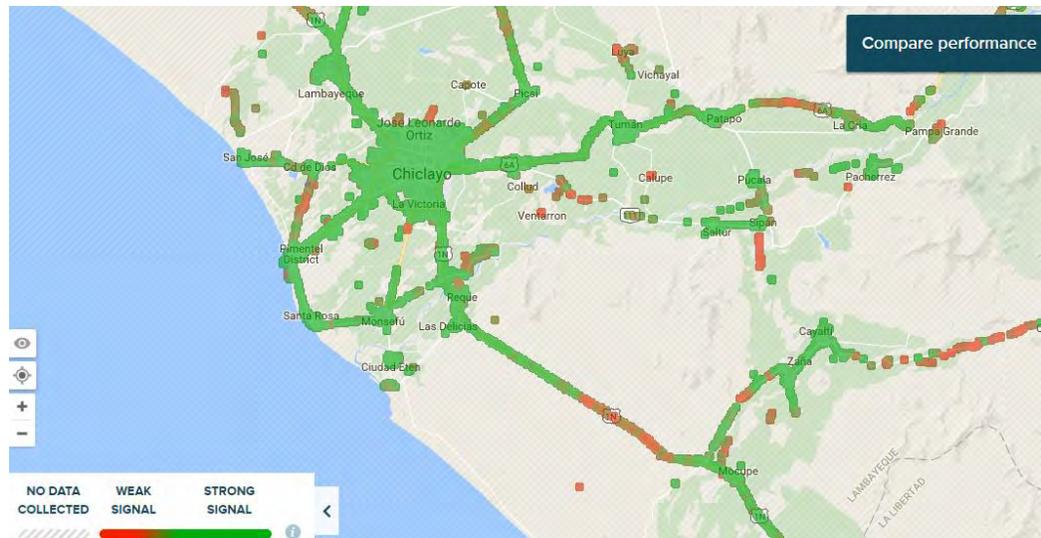


Figura 10: Conectividad en el rango de ubicación.

- 3) Ubicación seleccionada. Con el programa *Google Earth*, se observa el territorio con detalles, verificando que no existan carreteras, fuentes de alta tensión, fábricas, etc. que puedan inducir cualquier tiempo de ruido. Luego de esta inspección se procede a ubicar a la estación. Así mismo, con *OpenSignal* corroboramos que en esa zona en específico exista conectividad.



Figura 11: Ubicación seleccionada.

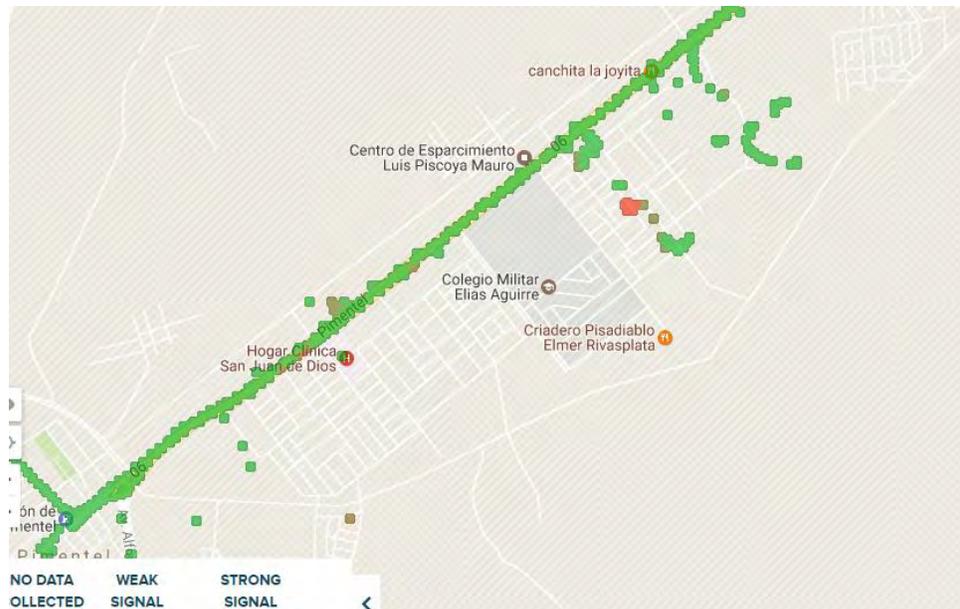


Figura 12: Conectividad en la zona.

Las Figuras 11 y 12 permiten visualizar la misma zona, por lo tanto se corrobora que en la zona donde la estación puede ser montada tendrá acceso a la red de telefonía Movistar.

- 4) Consideraciones finales. Con fines de estudio y recolección de datos adicionales, con la herramienta *Google Earth* también puede visualizarse la distancia entre dos estaciones. Así mismo, se puede saber la distancia entre una estación y el mar.

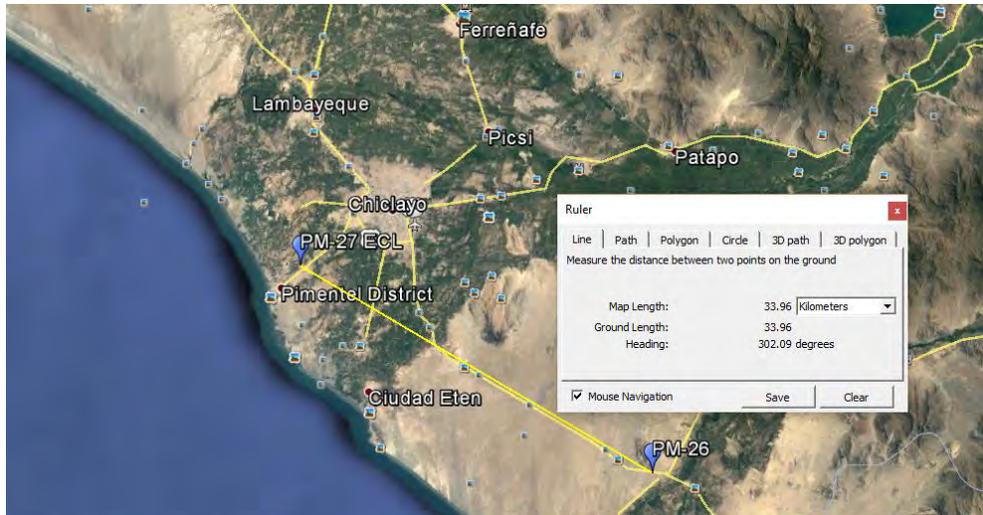


Figura 13: Distancia entre dos estaciones.

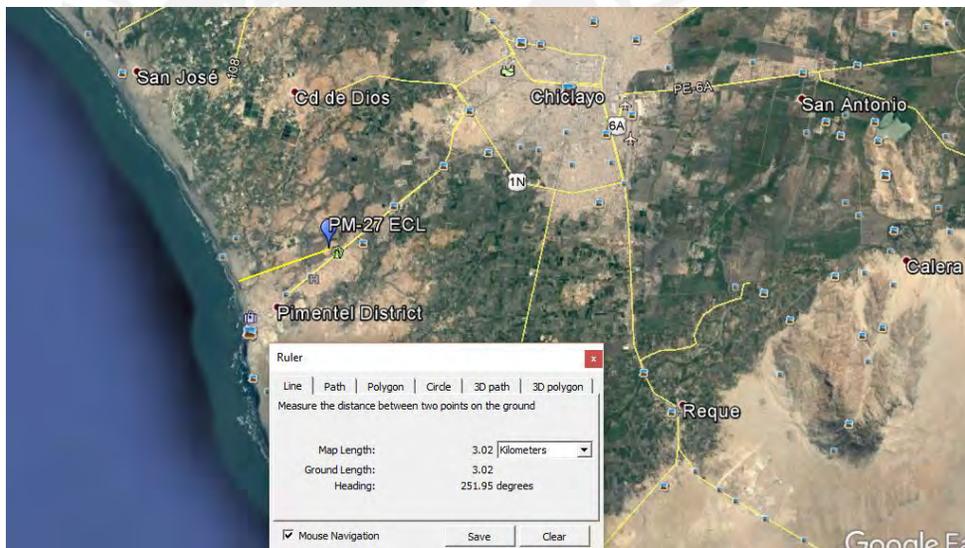


Figura 14: Distancia entre la estación y el mar.

Se aplicaron estos pasos a todas las estaciones para obtener un registro de sus posibles posiciones.

La razón de simular la posición de cada estación mediante los programas es la de ganar tiempo al momento de la exploración del lugar, cuando el ingeniero y los técnicos a cargo de la instalación buscan un sitio idóneo donde realizar las pruebas de ruido y conectividad. Cabe decir que la actividad de exploración de sitio se tiene que realizar de todas formas, pero al simularlo podemos acotar el rango de este.

En la Figura 15 se muestran la expansión de la red en el mapa del Perú. Se tienen las estaciones actuales (en color verde) y las estaciones que se instalarán. Se rotularon las estaciones con el nombre “PM-XX”, PM por Perú-Magneto y el XX (dos cifras) es el número de la estación, continuando la actual numeración.



Figura 15: Simulación de posiciones de la red Perú-Magneto.

Luego de posicionar todas las estaciones de magnetómetros, se obtuvo que 59 de estos estarán ubicados en el litoral peruano. Para corroborar que se esté cumpliendo el requisito de que las distancias entre magnetómetros sean menor de 70 km aproximadamente se midieron estas. Se desarrolló un gráfico de distribución normal para que se pueda apreciar mejor.

Con un gráfico de distribución normal (Figura 16) se puede visualizar las “distancias entre estaciones”, si están cerca al promedio y si están ubicadas en los extremos.

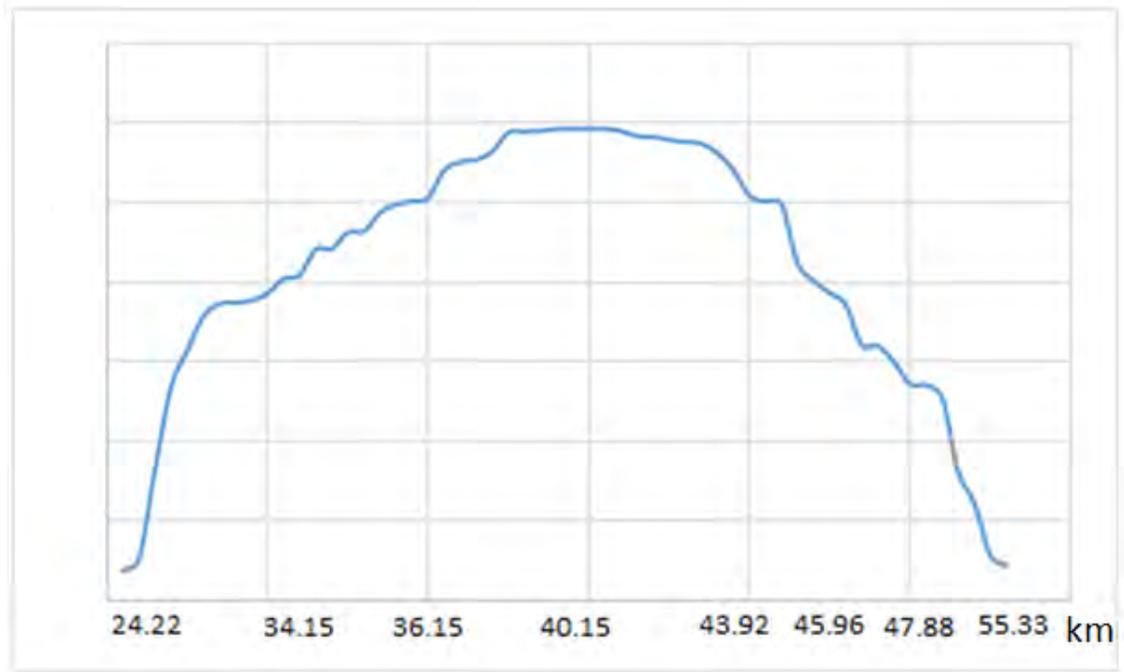
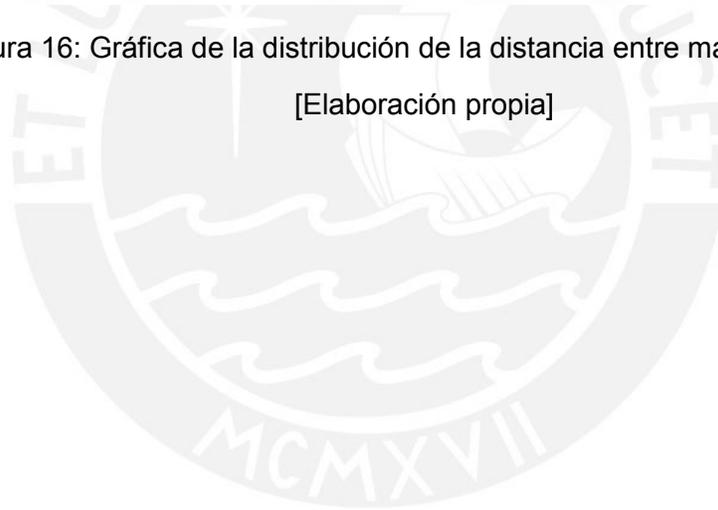


Figura 16: Gráfica de la distribución de la distancia entre magnetómetros.

[Elaboración propia]



3.3 Diseño del Plan de Instalación de la Red Perú-Magneto

Para que la instalación de las estaciones sea más efectiva y rentable, estas han sido agrupadas como se observa en la Figura 17. Se contratará a un técnico por zona, el cual será el responsable de brindar el servicio de instalación y mantenimientos, habiendo sido previamente capacitado por personal del INRAS.

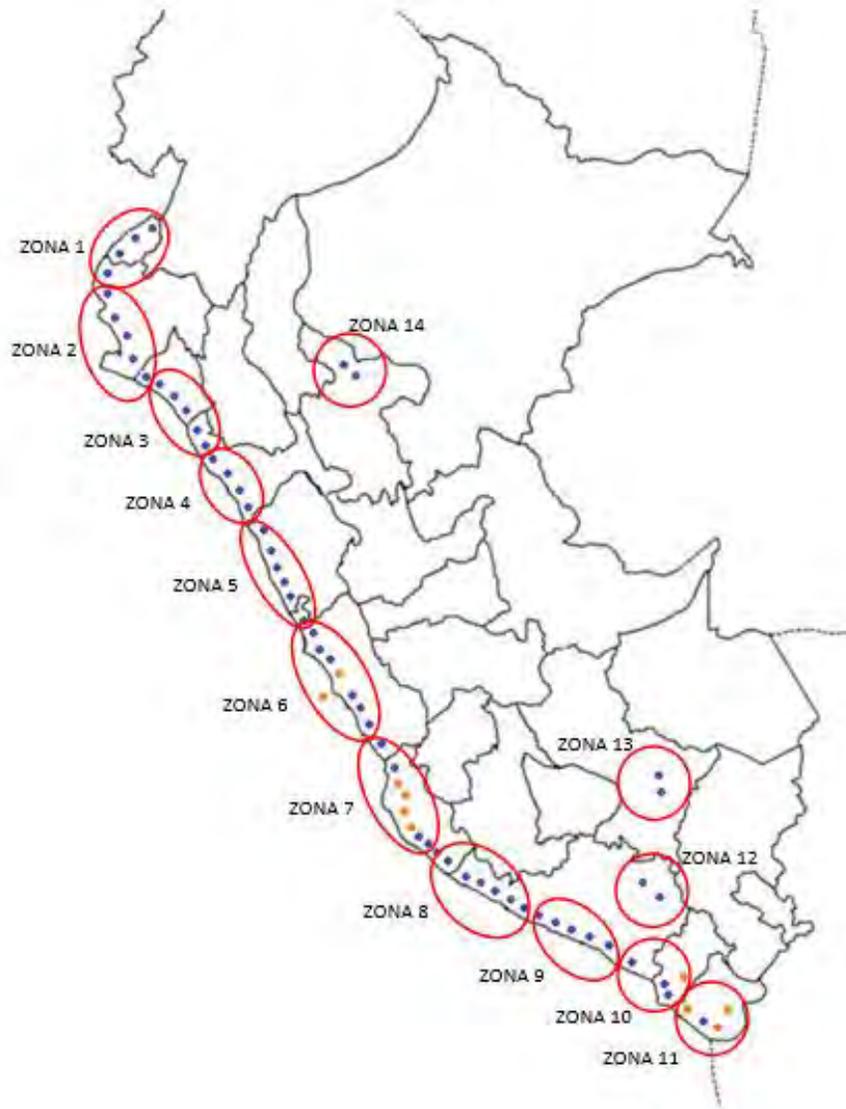


Figura 17: Mapa de la zonificación de las estaciones.

Son 12 zonas fuera de Lima, por lo que se escogerá una central de operaciones en cada una de ellas. Por lo general cada central de operaciones está en la ciudad más grande dentro de estas. A continuación, en la Tabla 2, se muestra las zonas escogidas y el número de estaciones que tiene:

Tabla 2: Relación de zonas con sus centros.

ZONA	CENTRAL	NÚMERO DE ESTACIONES
Zona 1	Tumbes	4
Zona 2	Piura	5
Zona 3	Chiclayo	5
Zona 4	Trujillo	4
Zona 5	Chimbote	6
Zona 6	Lima Norte	8
Zona 7	Lima Sur	8
Zona 8	Pisco	6
Zona 9	Arequipa Costa	5
Zona 10	Ilo	4
Zona 11	Tacna	4
Zona 12	Arequipa Sierra	2
Zona 13	Cusco	2
Zona 14	Moyobamba	2

3.3.1 Diseño del Plan de Transporte

Para la instalación de las estaciones que se ubicarán en provincias, primero se enviarán las cajas, que contendrán todas las herramientas e instrumentos, mediante una empresa de transporte. Se solicitó a dos de estas empresas las cotizaciones respectivas, que se encuentran adjuntas en el Anexo 1. Las cajas que serán enviadas tienen, en su mayoría, una dimensión de 195.58cm x 86.36 cm x 73.66 cm y un peso de 150 kg. Se optó por la opción más económica.

3.3.2 Diseño de la Instalación

Luego del envío mediante la empresa de transporte, las cajas llegarán a cada destino (zonas). En este punto se propone el alquiler de camionetas ideales para el transporte de estas cajas. Se solicitó, a una compañía que ofrece el servicio de renta de carros y camionetas en las provincias del país en las que se encuentran las estaciones, posibles costos de alquiler, tal como se aprecia en el adjunto del Anexo 2.

Antes de la instalación, los responsables tendrán que realizar una exploración de terreno, observando la geografía del punto simulado y pidiendo los permisos necesarios a los encargados del terreno para que luego de la instalación no existan problemas adicionales a los operativos y funcionales de los equipos.

Se le proporcionará a cada encargado una *Tablet* en la cual estará instalada una aplicación. Esta servirá para enviar los reportes de las actividades realizadas al momento de la instalación (Figura 18). También deberán realizar un informe económico.

INSTALACIÓN DE ESTACIONES

- Colocar soportes del magnetómetro
- Instalar la caja de energía
- Instalar la caja de control
- Instalar tubo en cruz
- Instalar el panel solar
- Instalar las bobinas
- Instalar antena logarítmica
- Instalar antena GPS
- Instalar antena del IRRS
- Instalar sensores de ionización del aire
- Instalar batería
- Instalar FIRMWARE
- Instalar memoria USB
- Revisar todas las conexiones
- Encendido y pruebas

Figura 18: Lista de Tareas que se visualizará en la aplicación de Tablet.

Por último, antes de empezar la instalación de las estaciones es necesario tener un equipamiento que pueda procesar la información que es enviada al INRAS. Actualmente se procesan datos con una *Workstation* que posee el Instituto, se manejan los datos de las 10 estaciones y de todas las triangulaciones posibles, en este caso 11. En la Figura 19 se explica el proceso de triangulación, el cual consiste en la detección de pulsos por parte de dos o tres magnetómetros. En la figura se observa el rango en común que comparten dos estaciones, ya sean continuas o no, gracias a esta intersección se afina el resultado de la ubicación de un epicentro.

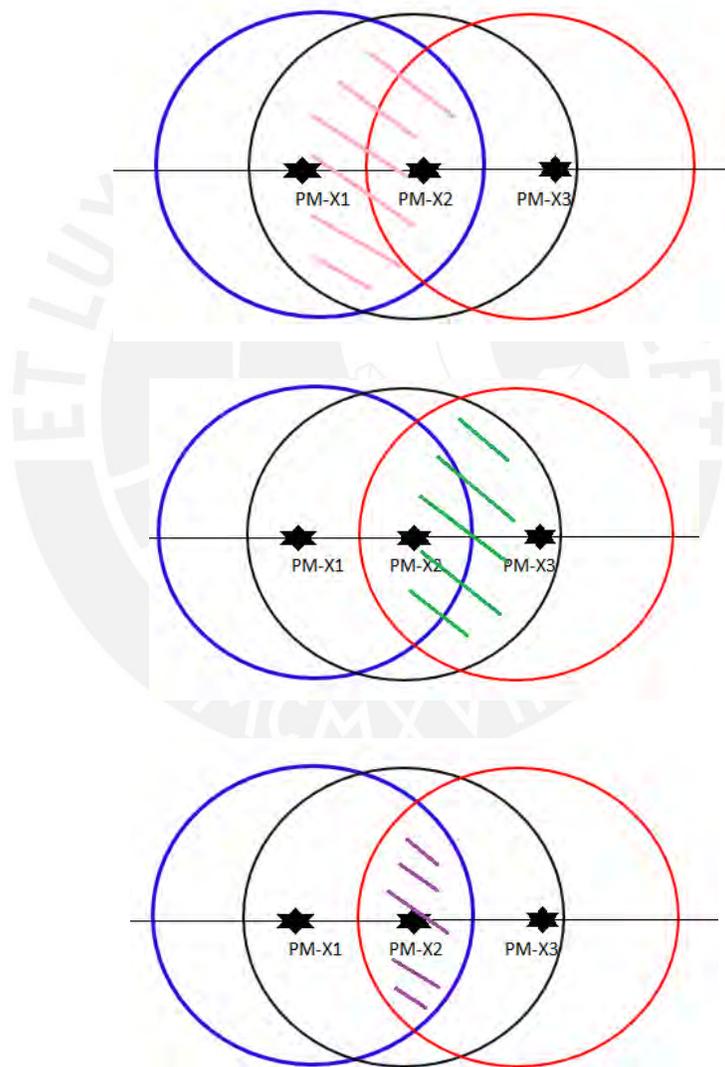


Figura 19: Principio de triangulación de los magnetómetros.

Se llamarán triangulaciones principales a las áreas que abarcan dos magnetómetros continuos y triangulaciones secundarias a las áreas que abarcan dos magnetómetros no continuos. En las Figuras 20 y 21 se aprecian las triangulaciones de las estaciones ya instaladas. Actualmente, en Lima solo existe una triangulación debido a que solo se han instalado dos estaciones. A la vez, en Ica existen tres triangulaciones primarias y dos secundarias.

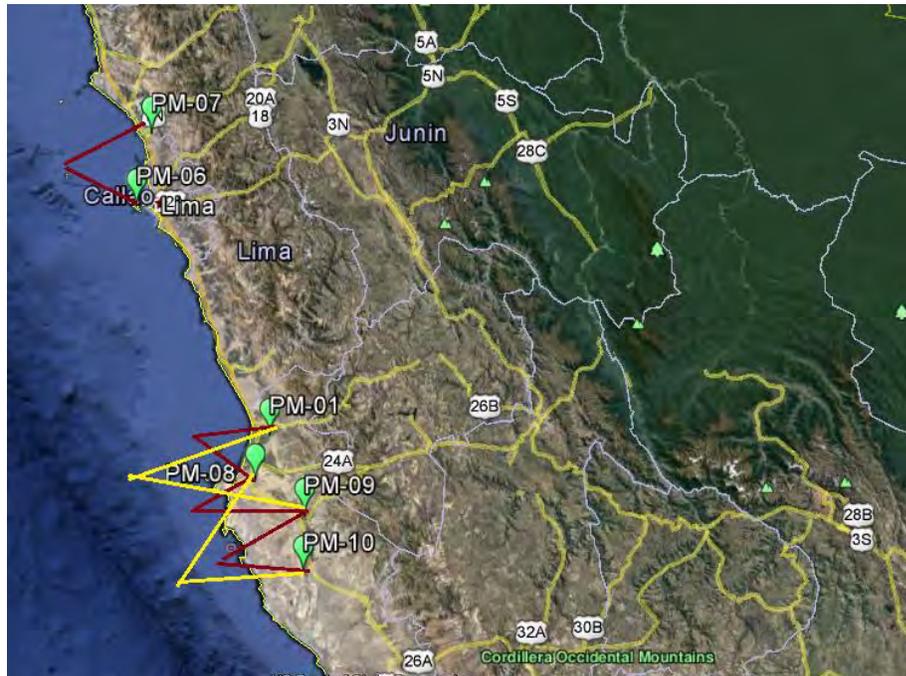
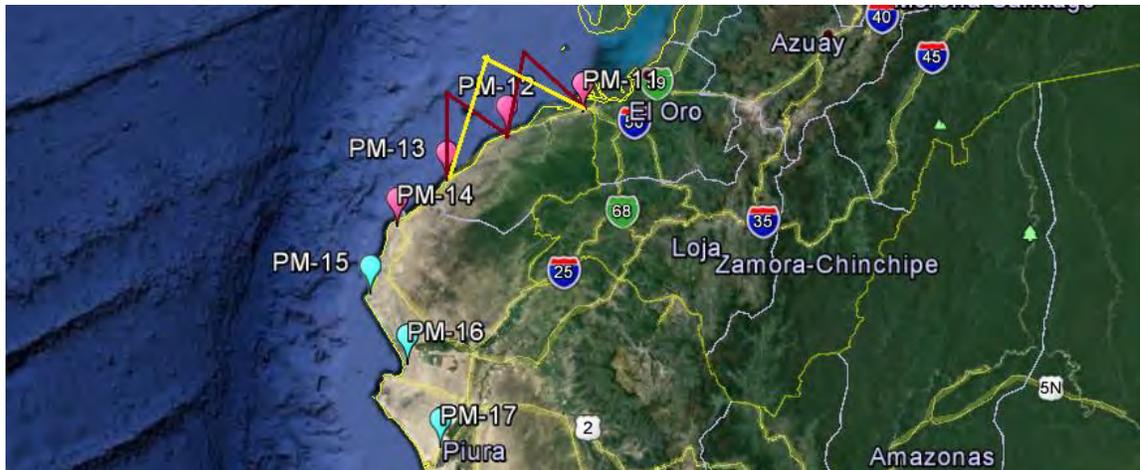


Figura 20: Triangulaciones en las estaciones de Lima e Ica, en total 6.



Figura 21: Triangulaciones en las estaciones de Tacna, en total 5.

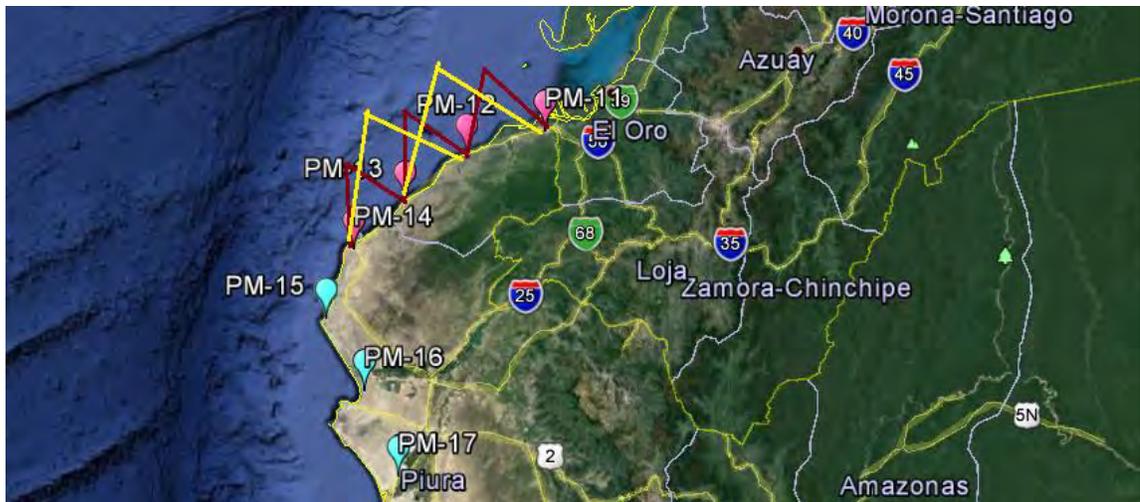
Procesando los datos, actualmente la *Workstation* llega a tener picos momentáneos del 100% de su capacidad de memoria, por lo que este tiempo aumentará con la expansión de la red (más estaciones, más triangulaciones). Al aumentar el tiempo que utiliza su capacidad máxima produce que la máquina no pueda realizar otros análisis, dejando sin procesar datos de otros proyectos del Instituto. En la figura 22 se aprecia cómo va aumentando el número de triangulaciones de acuerdo al aumento del número de estaciones.



Para 03 estaciones: $2 + 1 = 3$

Figura 22: Número de triangulaciones para diferentes números de estaciones.

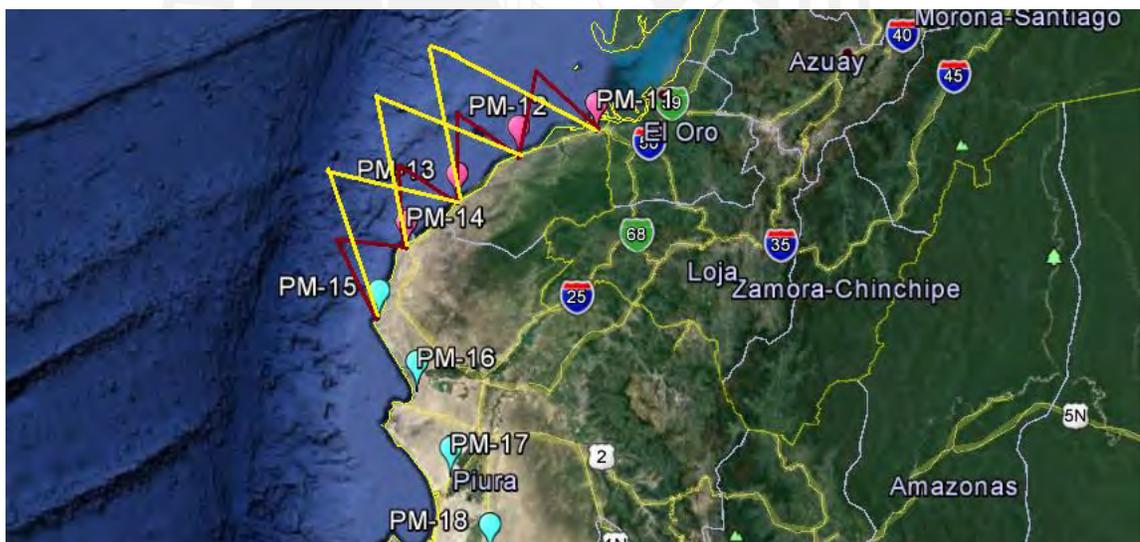
[Elaboración propia]



Para 04 estaciones: $3 + 2 = 5$

Figura 23: Número de triangulaciones para diferentes números de estaciones.

[Elaboración propia]



Para 05 estaciones: $4 + 3 = 7$

Figura 24: Número de triangulaciones para diferentes números de estaciones.

[Elaboración propia]

De estas pruebas deducimos,

$$\text{Para "n" estaciones: } (n - 1) + (n - 2) = \text{Total de Triangulaciones}(Tt)$$

donde n es numero de estaciones

En la Costa se tienen 57 estaciones, por lo que el número total de triangulaciones posibles es de 111. A esto tenemos que sumarles las tres triangulaciones de las Zonas 12, 13 y 14 (una triangulación por zona). El total de triangulaciones entonces es de 114, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3: Expansión de la red Perú-Magneto.

RED ACTUAL	RED EXTENDIDA INSTALADA
10 Estaciones	65 Estaciones
11 Triangulaciones	114 Triangulaciones

Se aprecia que para un aumento del número de estaciones de 7 veces y el número de triangulaciones aumenta en un factor de casi 12 veces. Esto hará que el tiempo en el que la capacidad de memoria llega al 100% aumente. Es por eso que la red necesita una *Workstation* dedicada para trabajar, independientemente de la que actualmente se dispone. Se detallarán diferentes parámetros que presenta la actual *WorkStation* que realiza los análisis de la red, se necesitará una igual o superior para la expansión.

	WORKSTATION ACTUAL	WORKSTATION A ADQUIRIRSE
Tipo de Computadora	De escritorio	De escritorio
Tipo de Monitor	47"	47"
Tipo de Procesador	Dual Intel® Xeon® Processor E5-2680 v2 (10C, 2.8GHz, Turbo, 25MB)	Dual Intel® Xeon® Processor E5-2680 v4 (14C, 2.4GHz, 3.3GHz Turbo, 2400MHz, 35MB, 120W)
Número de Procesadores	40	52
Número de fuentes de alimentación	1	1
Número de PCI	4	
Discos duros internos	2	3
Discos duros externos	0	0
Tipo de Disco Duro predominante	SATA	SATA
Voltaje de operación	220 V	
Tipo de enchufe	NEMA 5-15P	NEMA 5-15P
Número de cables de poder	1	1

Tabla 4: Requerimientos de la Workstation a adquirirse.

En el Anexo 3 se adjunta las especificaciones completas de la Workstation a adquirirse y su cotización.

Como se indicó anteriormente, con la ayuda del programa de análisis de mapas y territorios (Google Earth), se obtuvieron las medidas de las distancias entre magnetómetros adyacentes, o triangulaciones principales, y las distancias entre no adyacentes, que vendrían a ser las triangulaciones secundarias. Con estos datos se realizaron gráficos en columnas (Figuras 25 y 26) en los que se aprecia estas distancias (Eje X), información necesaria para el análisis de las triangulaciones.

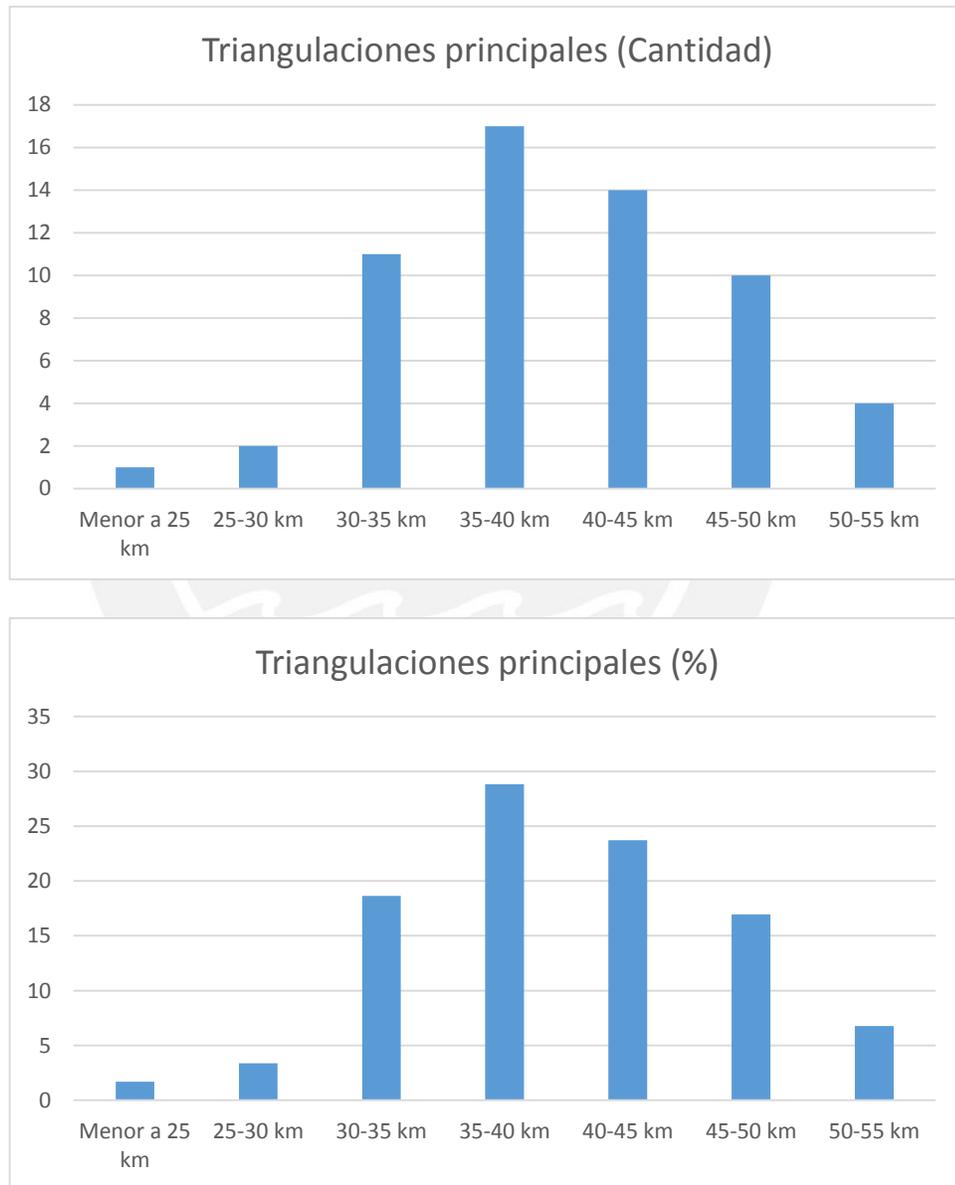


Figura 25: Cantidad y porcentaje de triangulaciones primarias.

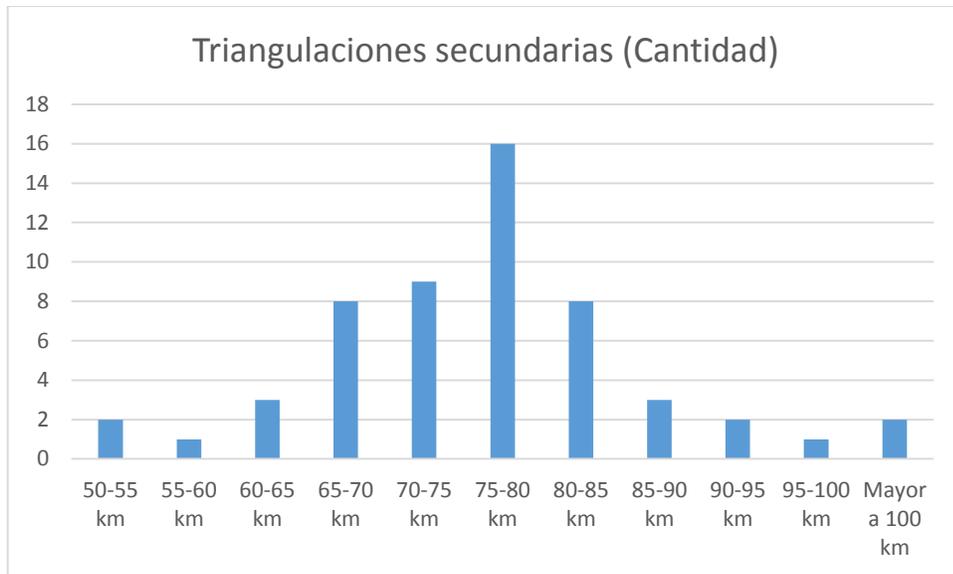


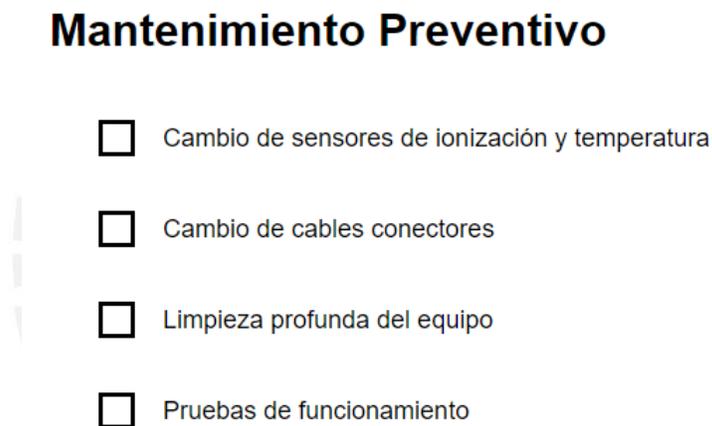
Figura 26: Cantidad y porcentaje de triangulaciones secundarias.

3.4 Diseño del Sistema de mantenimiento de la red

3.4.1 Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento consiste en el cambio de sensores de ionización y temperatura, cambio de algunos cables, conectores y la limpieza profunda de los equipos. Este procedimiento debe realizarse en periodos no mayores a seis meses. Los repuestos, para un periodo de 5 años, serán enviados junto al magnetómetro para evitar gastos de envíos futuros.

Cada encargado tendrá que realizar un informe en su *Tablet*, tal como lo muestra la Figura 27, y enviarlo al INRAS para que sea administrado.



Mantenimiento Preventivo

- Cambio de sensores de ionización y temperatura
- Cambio de cables conectores
- Limpieza profunda del equipo
- Pruebas de funcionamiento

Figura 27: Lista de tareas que se visualizará en la aplicación de la Tablet.

3.4.2 Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento se da luego de detectar que la estación presenta problemas al momento de transmitir los datos. El encargado de la zona se acercará a la estación a realizar un diagnóstico con ayuda de la aplicación de la *Tablet*. Este diagnóstico incluirá, si es necesario, la lista de repuestos para el respectivo cambio.

DIAGNÓSTICO

--

INSTRUMENTO	CANTIDAD
TARJETA ARM	
TARJETA SD	
TARJETA DE ADQUISICIÓN DE SEÑAL	
TARJETA ADC	
GPS	
BOBINAS	
USB	
GEOFONO	
SENSOR DE IONIZACIÓN	
SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA	
MODEM DRAYTEK VIGOR 291	
PANEL SOLAR	
BATERÍA SUN EXTENDER	
USB CON SIM DE INTERNET ILIMITADO	
MODEM FOURFAITH	
SIM CARD CON MENSAJES DE TEXTO	
ANTENA VERTICAL	
ANTENA YAGI	

Figura 28: Formato de reporte y lista de repuestos necesarios.

Una vez identificado el problema, y en caso de ser necesario tener los repuestos, se procede a realizar la visita a la estación para su debida reparación. Se realizará el reporte con ayuda de la aplicación una vez acabado el mantenimiento.

Capítulo 4: Presupuestos y Resultados

4.1 Trabajo de campo

El equipo del INRAS, en base al análisis de las ubicaciones, seleccionó una y realizó un trabajo de campo para corroborar que las reglas para ubicar los magnetómetros sean óptimas. Se seleccionó una ubicación cerca a Lima para respetar la regla de radio de acción y tener una buena triangulación con otras de las estaciones del INRAS ya en operación.

Previo al trabajo, se observó posibles ubicaciones con ayuda del programa de mapas y paralelamente se verificó la existencia de señal de datos de telefonía móvil en 3G ó 4G. Se pre-seleccionaron posibles lugares de instalación dentro del rango tomando como referencia las unidades de San Lorenzo (PM-06) y Aucallama (PM-07), como se observa en la Figura 29.

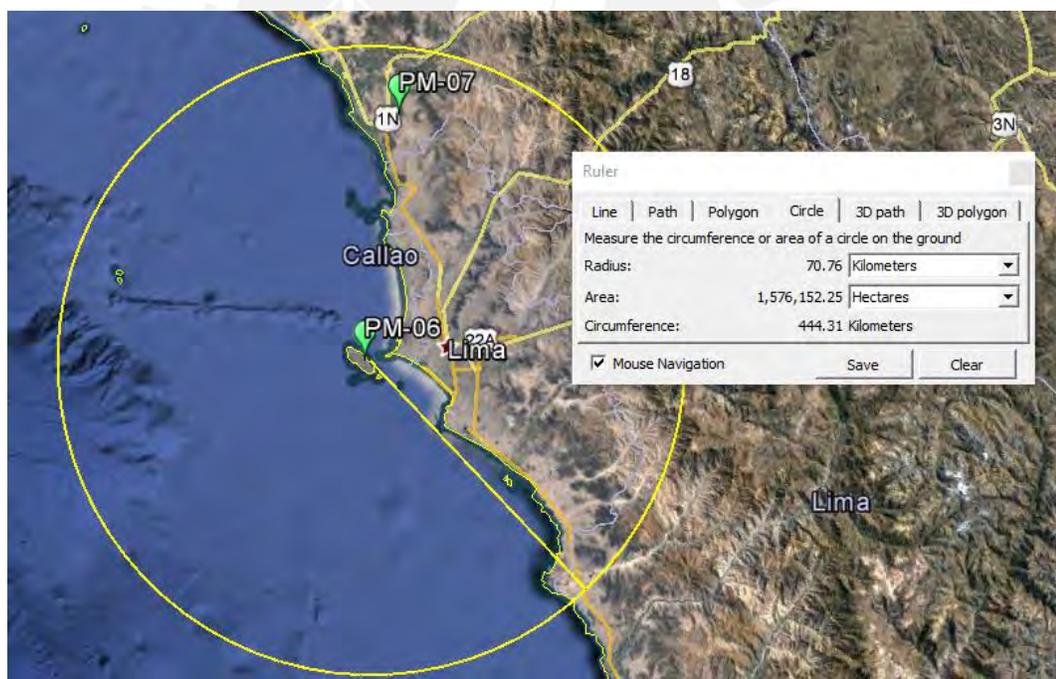


Figura 29: Rango donde se instalará el magnetómetro. [Elaboración propia]

Antes de escoger el lugar final se pre-seleccionó alternativas, las cuales fueron descartadas en las pruebas de campo debido al gran ruido que poseían. Las pruebas de

ruido se realizaron con ayuda de un osciloscopio, el cual nos ayudará a visualizar la amplitud de la señal de ruido en la zona, un filtro y un amplificador, que permitirán limpiar la señal y tener una onda limpia para mejor visualización (Figura 30). Para estas, se posicionaron las bobinas en el suelo, sin enterrarlas, y se conectaron al filtro/amplificador. En el osciloscopio se observaba una señal sin interferencias. Luego, uno de los miembros del equipo caminó muy cerca de la zona donde se encontraban las bobinas y en el osciloscopio se observó picos de ruido debido al movimiento de las bobinas en el campo magnético terrestre. La localización final se encuentra ubicada en una base militar, con un gran terreno aislado de todo tipo de ruido. Luego de corroborar la ausencia de ruido, se verificó en los teléfonos celulares que existía buena conectividad de internet así que se procedió a la instalación de la estación.



Figura 30: Verificación de ruido en la zona. [Elaboración propia]

Para la instalación, se siguió la metodología establecida en el Capítulo 3. Primero se instalaron los soportes y las cajas de energía y de control, seguidamente se enterraron las bobinas (Figura 31).



Figura 31: Instalación de bobinas. [Elaboración propia]

Procediendo, se instalaron las antenas, que permitirán la conectividad con la red de telefonía móvil (datos); los sensores de ionización y temperatura, los cuales brindan información complementaria así como la recepción de señales de tiempo del sistema satelital GPS; y la batería, la cual alimenta a la estación. Por último, se dejó instalado una memoria USB la cual almacenaría información en caso existiesen problemas con la comunicación inalámbrica y se revisaron todas las conexiones eléctricas entre todas los módulos del magnetómetro.

Una vez instalada la estación, empleando la laptop y la señal de internet, se conectó remotamente al servidor del INRAS para verificar la transmisión de datos (Figura 32).



Figura 32: Configuración de la estación para comunicarse con el INRAS. [Elaboración propia]

El magnetómetro quedó instalado correctamente y se logró el envío de información sobre los pulsos electromagnéticos de la corteza terrestre, tal como se observa en la Figura 33. La estación ha quedado incorporada exitosamente a la Red “Perú-Magneto” con el número PM-12.



Figura 33: Estación PM-12 (Pucusana).

4.2 Presupuestos

4.2.1 Presupuesto Pre Instalación

Antes de empezar la expansión de la red se adquirirá 63 equipos, 3 extras en caso de que alguna estación deje de funcionar y se necesite un remplazo de urgencia. En la Tabla 4 se detalla el precio total de los magnetómetros.

Tabla 5: Precio de los magnetómetros

	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	TOTAL USD
MAGNETÓMETROS	60	35,000	2,100,000

En caso las estaciones presenten un deterioro y se necesite cambiar algún componente, se adquirirá un estimado de componentes como repuestos. De igual manera, se adquirirá los repuestos que obligatoriamente se tienen que cambiar cada 6 meses, los sensores de temperatura y humedad y los sensores de ionización. El precio total de todos los repuestos es el 10% del precio total de los magnetómetros.

Tabla 6: Costo de repuestos.

	PRECIO (USD)
REPUESTOS	210,000

Al ser un proyecto de investigación, se queda absuelto de pago del impuesto general de la venta (IGV). Los únicos gastos de importación que se tienen son el desaduanaje de

los equipos y el servicio de almacenamiento. En la tabla 7 se observa la lista detallada de pagos.

Tabla 7: Lista detallada de pagos.

SERVICIO	IMPORTE (USD)	COSTO POR DESEMBARQUE (USD)	NÚMERO DE DESEMBARQUES	COSTO TOTAL (USD)
Handling	180	3,447.12	12	41,365.44
Almacenaje	650			
Transporte	120			
Gastos Operativos	420			
Formulario M.E.	10			
Imprevistos	0			
Sub-Total Gastos	1,380.00			
Comisión Agente de Aduanas	2,067.12			

Para brindar los servicios de instalación y mantenimiento de todas las estaciones, cada zona tiene que disponer de herramientas para cumplir el trabajo.

Para poder saber el costo de una caja de herramientas, se detalló cada instrumento junto a su debido precio. En la Tabla 8, se aprecia el costo de cada herramienta que se necesita para las instalaciones y la realización de mantenimiento de los magnetómetros y consumibles.

Tabla 8: Presupuesto detallado de herramientas y consumibles

HERRAMIENTA	CANTIDAD	PRECIO USD	COSTO POR MALETIN (USD)	NÚMERO DE MALETINES	COSTO TOTAL (USD)
Cuchilla	1	0.84	432.82	14	6059.48
Destornillador(Plano, estrella)	1 c/u	5.43			
Llave francesa 8 pulg.	1	7.11			
Perillero	1	2.86			
Pelacable/Cortacable	1 c/u	5.11			
Cautin	1	4.00			
Juego de brocas	Varios	3.40			
Taladro 220V/ Inalámbrico	1	157.92			
Llave de boca	1	7.11			
Dado	Varios	28.54			
Martillo	1	7.11			
Alicate (Pinza, universal)	1 c/u	62.83			
Inversor	1	31.40			
Pico	1	13.11	432.82	14	6059.48
Pala	1	11.40			
Cinta de medir (10m)	1	2.83			
Nivel	1	9.97			
Cortador de tubo	1	7.11			

Sierra	1	7.69			
Brújula	1	8.54			
Maletín de herramientas	1	20			
CONSUMIBLE		PRECIO USD			
Cintillos		2.83			
Soldadura		4.00			
Aceite de maquina		1.29			
Cinta aislante		1.31			
Cinta vulcanizante		13.11			
Tornillo		0.57			
Tuerca		0.57			
Clavo		0.57			
Brochas		4.26			

Se adquirirá también 17 *Tablets*, una para cada encargado por estación, una para el INRAS y dos de repuesto por si se avería alguna. Estos dispositivos electrónicos serán repartidos para la elaboración de informes.

Las características de las *tablets* son las siguientes:

- Pantalla de 7"
- Cámara de 5.0 MP
- Cámara Frontal de 2.0 MP
- Quadcore de 1.6GHz
- 8GB de memoria interna
- Sistema Operativo Android

- Batería de 4000mA
- Conexión Wifi

En la Tabla 9, se aprecia el costo total de los dispositivos.

Tabla 9: Presupuesto de las Tablets.

	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
TABLET	17	175	2,975

Gracias al sistema operativo con arquitectura abierta, se podrá instalar aplicaciones creadas por el INRAS. Estas aplicaciones ayudarán a los técnicos a comunicarse a través de emails y chats con el personal del INRAS en caso sea necesario, también incluirá la lista de tareas, que tienen que completar luego de una instalación o un mantenimiento para enviar el correcto reporte.

Su tamaño de 7" hará que el transporte y uso de esta sea más sencillo, su larga batería durará horas de trabajo y su capacidad de conectarse a una red wifi hará que el envío de emails y reportes sea inmediata.

4.2.2 Presupuesto de Instalación

Una vez se tenga todo los materiales y equipos necesarios para realizar el montaje de las estaciones llega el momento de la instalación. El transporte de los equipos y herramientas estará dado por una empresa de transporte (*Courier*), el detalle del costo de este se detalla en la Tabla 11.

Tabla 10: Precio del transporte de todos los magnetómetros a sus respectivas zonas.

SERVICIO	PRECIO USD
Servicio de Transporte	13,257

Previo a una instalación, se inspeccionar la zona y realizar las pruebas de ruido. Todo el proceso de selección de localización se suma al de la instalación en sí, por lo que los técnicos especializados pueden demorar en instalar una estación un día entero, y en algunos casos incluso más.

A continuación, en la Tabla 12 se presenta el número de estaciones por zonas y la cantidad de días que tomarán instalar por completo los equipos. Así mismo, también se tiene un promedio de la remuneración que reciben tres técnicos especializados en trabajo de campo al día.

Tabla 11: Presupuesto detallado de mano de obra

ZONA	NÚMERO DE ESTACIONES	DÍAS DE TRABAJO	COSTO DE MANO DE OBRA/DÍA (USD)	COSTO DE MANO DE OBRA/TOTAL (USD)
ZONA 1 (TUMBES)	4	4	75	300
ZONA 2 (PIURA)	5	5	75	375
ZONA 3 (CHICLAYO)	5	5	75	375
ZONA 4 (TRUJILLO)	4	4	75	300
ZONA 5 (CHIMBOTE)	6	6	75	450
ZONA 6 * (LIMA NORTE)	6	6	75	450
ZONA 7 * (LIMA SUR)	4	4	75	300
ZONA 8 (PISCO)	6	6	75	600
ZONA 9 (AREQUIPA COSTA)	5	5	75	375
ZONA 10 * (ILO)	3	3	75	225
ZONA 11 * (TACNA)	1	1	75	75
ZONA 12 (AREQUIPA SIERRA)	2	2	75	150

ZONA 13 (CUSCO)	2	2	75	150
ZONA 14 (MOYOBAMBA)	2	2	75	150
COSTO TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				4,225 USD

*Las zonas 6, 7, 10 y 11 ya tienen instalados algunos magnetómetros, por lo que en el cuadro solo se toma en cuenta los equipos a instalar.

Por otro lado, se rentará una camioneta para llegar a las localidades exactas donde se instalarán las estaciones. En la Tabla 13, se observa los días que se necesitarán rentar las camionetas y el respectivo costo.

Tabla 12: Presupuesto detallado de alquiler de camionetas

ZONA	NÚMERO DE ESTACIONES	DÍAS DE TRABAJO	COSTO ALQUILER CAMIONETA/DÍA (USD)	COSTO ALQUILER CAMIONETA/TOTAL (USD)
ZONA 1 (TUMBES)	4	4	88.5	354
ZONA 2 (PIURA)	5	5	88.5	442.5
ZONA 3 (CHICLAYO)	5	5	88.5	442.5
ZONA 4 (TRUJILLO)	4	4	88.5	354
ZONA 5 (CHIMBOTE)	6	6	88.5	531

ZONA 6 * (LIMA NORTE)	6	6	88.5	531
ZONA 7 * (LIMA SUR)	4	4	88.5	354
ZONA 8 (PISCO)	4	4	88.5	354
ZONA 9 (AREQUIPA)	5	5	88.5	442.5
ZONA 10 * (ILO)	3	3	88.5	265.5
ZONA 11 * (TACNA)	1	1	88.5	88.5
ZONA 12 (CUSCO)	2	2	88.5	177
ZONA 13 (PASCO)	2	2	88.5	177
ZONA 14 (MOYOBAMB A)	2	2	88.5	177
COSTO TOTAL DE ALQUILER DE CAMIONETAS:				4,690.5 USD

Tabla 13: Costo total de la instalación.

Descripción	Costo (USD)
Servicio de Transporte	12,417
Alquiler de vehículos	4,690.5
Mano de obra	4,275
Workstation	10,420.68
COSTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN:	31,803.18 USD

4.2.3 Presupuestos de Mantenimiento Preventivo

Como se explicó en el capítulo 3, cada estación tendrá que recibir un total de 10 mantenimientos preventivos programados. En cada uno de estos mantenimientos se tiene que cambiar el sensor de humedad y temperatura, esto debido a la rapidez en la que se deteriora el sensor y no causar inconvenientes al funcionamiento. Este sensor tiene que ser cambiado cada 6 meses por lo que, si se tienen 70 estaciones, en un periodo de 5 años se necesitarán 700 sensores en total.

Los dos sensores de ionización del aire también tienen que ser cambiados cada 6 meses. Para las 70 estaciones, en un periodo de 5 años se necesitarán 1400 sensores de ionización.

Tabla 14: Costo de los sensores de humedad y temperatura.

	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Sensor de humedad y temperatura	700	50	35,000
Sensor de ionización del aire	1400	15	21,000

Estos mantenimientos serán realizados por los mismos encargados de la instalación. En la Tabla 16 se aprecia el costo de la mano de obra para todos los mantenimientos.

El precio de estos repuestos está incluido en el 10% adicional al momento de adquirir los magnetómetros, los cuales no solo incluyen los repuestos bianuales (sensores), sino también repuestos en general.

Tabla 15: Presupuesto de la mano de obra por el mantenimiento de 70 magnetómetros.

ZONA	NÚMERO DE ESTACIONES	DÍAS DE TRABAJO	COSTO MANO DE OBRA/ DÍA (USD)	COSTO MANO DE OBRA/ TOTAL (USD)
ZONA 1 (TUMBES)	4	2	75	150
ZONA 2 (PIURA)	5	3	75	225
ZONA 3 (CHICLAYO)	5	3	75	225
ZONA 4 (TRUJILLO)	4	2	75	150
ZONA 5 (CHIMBOTE)	6	2	75	150
ZONA 6 (LIMA NORTE)	8	2	75	150
ZONA 7 (LIMA SUR)	8	4	75	300
ZONA 8 (PISCO)	6	3	75	225
ZONA 9 (AREQUIPA)	5	3	75	225
ZONA 10 (ILO)	4	2	75	150
ZONA 11 (TACNA)	4	2	75	150
ZONA 12 (CUSCO)	2	1	75	75

ZONA 13 (PASCO)	2	1	75	75
ZONA 14 (MOYOBAMBA)	2	1	75	75
COSTO TOTAL DE LA MANO DE OBRA POR 70 ESTACIONES:				2,325 USD

Tabla 16: Presupuesto de la mano de obra por todos los mantenimientos.

	VECES QUE SE REALIZARÁ EL MANTENIMIENTO	PRECIO POR 70 MAGNETÓMETROS (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Mano de obra mantenimiento preventivo	10	2325	23,250

Por otro lado, en la Tabla 18 se presenta el costo del alquiler de las camionetas para el transporte de los técnicos.

Tabla 17: Presupuesto de alquiler de camionetas por mantenimiento + IGV.

ZONA	NÚMERO DE ESTACIONES	DÍAS	COSTO ALQUILER CAMIONETA/DÍA (USD)	COSTO ALQUILER CAMIONETA/TOTAL (USD)
ZONA 1 (TUMBES)	4	2	88.5	177
ZONA 2 (PIURA)	5	3	88.5	265.5
ZONA 3 (CHICLAYO)	5	3	88.5	265.5
ZONA 4 (TRUJILLO)	4	2	88.5	177

ZONA 5 (CHIMBOTE)	6	2	88.5	177
ZONA 6 (LIMA NORTE)	8	2	88.5	177
ZONA 7 (LIMA SUR)	8	4	88.5	354
ZONA 8 (PISCO)	6	3	88.5	265.5
ZONA 9 (AREQUIPA - COSTA)	6	3	88.5	265.5
ZONA 10 (ILO)	5	2	88.5	177
ZONA 11 (TACNA)	4	2	88.5	177
ZONA 12 (AREQUIPA - SIERRA)	2	1	88.5	88.5
ZONA 13 (CUSCO)	2	1	88.5	88.5
ZONA 14 (MOYOBAMBA)	2	1	88.5	88.5
COSTO TOTAL DE ALQUILER DE CAMIONETAS:				2,743.5 USD

Tabla 18: Costo del alquiler de las camionetas por todos los mantenimientos.

	VECES QUE SE REALIZARÁ EL MANTENIMIENTO	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Alquiler camioneta mantenimiento preventivo	10	2,743.5	27,430.5

En la Tabla 19, se aprecia el presupuesto total de mantenimiento preventivo.

Tabla 19: Presupuesto general de mantenimiento preventivo.

	Costo USD
Mano de Obra	23,250
Alquiler de camioneta/Transporte	27,430.5
COSTO TOTAL DE LOS MANETENIMIENTOS PREVENTIVOS:	50,680.5 USD

4.1.3 Presupuestos de Mantenimiento Correctivo

Si los mantenimientos preventivos son efectuados correctamente, las probabilidades que fallen los equipos son muy pocas. Aun así, en caso sea necesario una evaluación y luego un mantenimiento correctivo, se designará un monto de dinero el cual será utilizado para la mano de obra y alquiler de camionetas para llegar a la estación.

El costo de los repuestos está incluido en el 10% adicional al momento de la compra de los equipos.

4.3 Resultados

4.3.1 Costos

En la Tabla 20, se observa el costo total del desarrollo del proyecto. El costo del proyecto es necesario para tener en cuenta todos los gastos que se presentarán al momento de solicitar una financiación. Es importante saber el costo para poder asumir gestión de precios y riesgos a lo largo del proyecto.

Tabla 20: Costo del desarrollo del proyecto.

DESCRIPCIÓN	COSTO (USD)
MAGNETÓMETROS	2,100,000
REPUESTOS	210,000
GASTOS OPERATIVOS DE ADUANAS	41,365.44
HERRAMIENTAS Y CONSUMIBLES	6,059.48
TABLETS	2,450
INSTALACION (MANO DE OBRA, TRANSPORTE, VEHICULOS)	31,803.18
MANTENIMIENTOS (MANO DE OBRA, VEHICULOS)	50,680.5
COSTO TOTAL DEL DESARROLLO DEL PROYECTO:	2,442,358.6 USD

4.3.2 Ubicación de las estaciones de la Red

Tal como se planteó en el objetivo general, diseñar la expansión de la red, se halló ubicaciones en donde se instalarán las estaciones. Esta información es importante ya que delimita el territorio al momento de la exploración de campo previa a la instalación.

Tabla 21: Ubicaciones de las estaciones de la zona 1

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-11	48.42	3°30'17.94"S	80°16'54.42"W	Tumbes	ZONA 1
PM-12	45.96	3°41'8.64"S	80°40'44.83"W	Tumbes	ZONA 1
PM-13	41.26	3°58'49.06"S	80°58'15.38"W	Piura	ZONA 1
PM-14	43.99	4°16'9.65"S	81°12'21.57"W	Piura	ZONA 1

Tabla 22: Ubicaciones de las estaciones de la zona 2.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-15	47.88	4°39'19.72"S	81°18'4.88"W	Piura	ZONA 2
PM-16	54.57	5° 0'18.03"S	81° 2'47.58"W	Piura	ZONA 2
PM-17	50.87	5°26'4.52"S	80°48'14.91"W	Piura	ZONA 2
PM-18	39.4	5°48'38.98"S	80°32'24.79"W	Piura	ZONA 2
PM-19	43.92	6° 9'36.83"S	80°28'13.54"W	Lambayeque	ZONA 2

Tabla 23: Ubicaciones de las estaciones de la zona 3.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-20	51.97	6°25'24.25"S	80°10'23.15"W	Lambayeque	ZONA 3
PM-21	47.5	6°48'57.78"S	79°54'53.18"W	Lambayeque	ZONA 3
PM-22	41.48	7° 4'14.22"S	79°34'3.31"W	La Libertad	ZONA 3
PM-23	39.32	7°26'22.56"S	79°30'1.97"W	La Libertad	ZONA 3
PM-24	40.64	7°44'15.81"S	79°18'18.31"W	La Libertad	ZONA 3

Tabla 24: Ubicaciones de las estaciones de la zona 4.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-25	43.75	8° 0'43.46"S	79° 3'37.36"W	La Libertad	ZONA 4
PM-26	33.79	8°21'18.72"S	78°51'46.04"W	La Libertad	ZONA 4
PM-27	33.63	8°35'13.23"S	78°39'46.03"W	La Libertad	ZONA 4
PM-28	35.29	8°53'20.79"S	78°37'41.24"W	La Libertad	ZONA 4

Tabla 25: Ubicaciones de las estaciones de la zona 5.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-29	33.25	9° 9'56.45"S	78°28'4.94"W	Ancash	ZONA 5
PM-30	34.87	9°26'34.18"S	78°21'2.87"W	Ancash	ZONA 5
PM-31	37.92	9°44'29.80"S	78°14'50.65"W	Ancash	ZONA 5
PM-32	39.86	10° 4'9.08"S	78° 8'43.39"W	Ancash	ZONA 5
PM-33	39.96	10°23'34.76"S	77°59'9.62"W	Ancash	ZONA 5
PM-34	41.23	10°41'29.06"S	77°46'46.85"W	Lima	ZONA 5

Tabla 26: Ubicaciones de las estaciones de la zona 6.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-35	46.25	11° 1'23.52"S	77°36'27.99"W	Lima	ZONA 6
PM-36	33.58	11°23'8.25"S	77°24'46.75"W	Lima	ZONA 6
PM-07	55.36	11°34'56.81"S	77°10'43.95"W	Lima	ZONA 6
PM-06	40.15	12° 5'3.63"S	77°12'46.56"W	Lima	ZONA 6
PM-37	33.55	12°15'34.07"S	76°53'24.29"W	Lima	ZONA 6
PM-38	34.86	12°31'8.47"S	76°43'50.26"W	Lima	ZONA 6
PM-39	41.63	12°47'13.68"S	76°33'43.59"W	Lima	ZONA 6
PM-40	29.24	13° 6'51.67"S	76°22'21.17"W	Lima	ZONA 6

Tabla 27: Ubicaciones de las estaciones de la zona 7.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-41	25.21	13°20'21.21"S	76°13'50.93"W	Ica	ZONA 7
PM-01	35.32	13°29'37.62"S	76° 3'34.95"W	Ica	ZONA 7
PM-08	45.54	13°48'35.79"S	76° 6'58.83"W	Ica	ZONA 7
PM-09	42.9	13°59'29.70"S	75°44'17.49"W	Ica	ZONA 7
PM-10	32.43	14°22'34.05"S	75°41'22.61"W	Ica	ZONA 7
PM-42	34.15	14°28'4.27"S	75°24'14.72"W	Ica	ZONA 7
PM-43	35.81	14°39'58.95"S	75° 9'40.99"W	Ica	ZONA 7
PM-44	48.45	14°56'34.97"S	74°59'20.12"W	Ica	ZONA 7

Tabla 28: Ubicaciones de las estaciones de la zona 8.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-45	37.46	15°21'13.19"S	75° 8'39.37"W	Ica	ZONA 8
PM-46	37.15	15°30'47.90"S	74°50'11.46"W	Arequipa	ZONA 8
PM-47	37.56	15°39'44.84"S	74°31'34.25"W	Arequipa	ZONA 8
PM-48	42.2	15°51'43.44"S	74°14'33.91"W	Arequipa	ZONA 8
PM-49	36.14	16° 5'7.17"S	73°55'23.18"W	Arequipa	ZONA 8
PM-50	46.53	16°13'17.76"S	73°36'56.84"W	Arequipa	ZONA 8

Tabla 29: Ubicaciones de las estaciones de la zona 9.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-51	24.22	16°23'57.55"S	73°13'16.25"W	Arequipa	ZONA 9
PM-52	36.24	16°28'48.97"S	73° 0'37.55"W	Arequipa	ZONA 9
PM-53	40.08	16°37'47.07"S	72°42'30.02"W	Arequipa	ZONA 9
PM-54	39.2	16°45'15.23"S	72°21'19.52"W	Arequipa	ZONA 9
PM-55	36.06	16°59'17.52"S	72° 4'45.28"W	Arequipa	ZONA 9

Tabla 30: Ubicaciones de las estaciones de la zona 10.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-56	48.75	17° 9'58.84"S	71°47'43.59"W	Arequipa	ZONA 10
PM-57	31.55	17°22'45.32"S	71°23'38.17"W	Moquegua	ZONA 10
PM-58	47.48	17°39'42.21"S	71°21'14.25"W	Moquegua	ZONA 10
PM-04	-	17°14'24.18"S	70°58'57.66"W	Moquegua	ZONA 10

Tabla 31: Ubicaciones de las estaciones de la zona 11.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-05	34.22	17°52'54.30"S	70°58'10.80"W	Tacna	ZONA 11
PM-59	41.72	18° 5'47.49"S	70°44'14.60"W	Tacna	ZONA 11
PM-02	-	18°15'59.10"S	70°24'41.46"W	Tacna	ZONA 11
PM-03	-	17°59'29.76"S	70°12'46.62"W	Tacna	ZONA 11

Tabla 32: Ubicaciones de las estaciones de la zona 12.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-60	44.99	15°57'33.57"S	70°49'42.60"W	Arequipa	ZONA 12
PM-61	-	15°37'24.31"S	71° 3'22.17"W	Arequipa	ZONA 12

Tabla 33: Ubicaciones de las estaciones de la zona 13.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-62	34.64	14°15'21.29"S	71°13'33.18"W	Cusco	ZONA 13
PM-63	-	14° 1'38.53"S	71°27'9.17"W	Cusco	ZONA 13

Tabla 34: Ubicaciones de las estaciones de la zona 14.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LA ESTACIÓN MÁS CERCANA (km)	LATITUD	LONGITUD	REGION	ZONA
PM-64	37.25	6° 2'17.50"S	76°59'12.12"W	Moyobamba	ZONA 14
PM-65	-	5°55'43.76"S	77°18'21.42"W	Moyobamba	ZONA 14

4.4 Planes estratégicos de instalación y mantenimiento

Como se detalló en los objetivos específicos de esta Tesis, se necesitará diseñar planes de ejecución para la instalación y realización de mantenimientos de la red.

4.4.1 Planes estratégicos de pre-instalación

Antes de que se realice el viaje por parte del personal del INRAS hacia cada Zona, es necesario que el personal de apoyo haya realizado sus funciones. Se puede visualizar el plan de trabajo previo a las instalaciones de cada estación.

Objetivo	Resultado	Tarea	Responsable	Duración (días)
Confirmación de todas las ubicaciones de la zona y tener todo listo para la llegada del personal del INRAS para realizar la instalación	Tener la ubicación exacta donde se instalará cada estación	Exploración de Zona	Personal contratado	Depende del Número de estaciones
		Confirmación de ubicaciones	Personal contratado	Depende del Número de estaciones
		Alquiler de camioneta	Personal contratado	0.5
		Recepción de equipos, herramientas, tablets, etc.	Personal contratado	0.5

4.4.2 Plan de instalación

A continuación se presenta el plan estratégico y el ciclo de vida del proyecto.

Objetivo	Resultado	Tarea	Responsable	Duración (días)
Instalación de las estaciones de la Zona X de la Red Perú-Magneto	Estaciones de la Zona X instaladas y operando	Llegada del personal del INRAS a la Zona X y reuniones con el personal encargado contratado	Personal del Inras y personal contratado.	1
		Instalación de las estaciones de la Zona X.	Personal del Inras y personal contratado.	Depende del Número de Estaciones
		Confirmación del funcionamiento de las estaciones	Personal del Inras y personal contratado.	Depende del Número de Estaciones

INVENTARIO
Magnetómetros
Maletín de herramientas y consumibles
Tablets
Contratos
Caja chica
Camioneta



Figura 34: Línea de tiempo de instalación de estaciones de la Zona 1 (Tumbes).

4.3.2 Plan de mantenimiento

- **Mantenimiento Preventivo**

Objetivo	Resultado	Tarea	Responsable	Duración (días)
Realizar el mantenimiento preventivo de las estaciones de la Zona X.	Estaciones de la Zona X funcionando correctamente.	Corroborar que se tiene que realizar el mantenimiento preventivo.	Personal contratado	0.5
		Dirigirse a la estación y realizar el mantenimiento.	Personal contratado	Depende del Número de Estaciones
		Repetir cada 6 meses	Personal contratado	6 meses

INVENTARIO
Magnetómetros
Repuestos de mantenimiento (Filtros desechables)
Maletín de herramientas y consumibles
Tablets
Caja chica
Camioneta

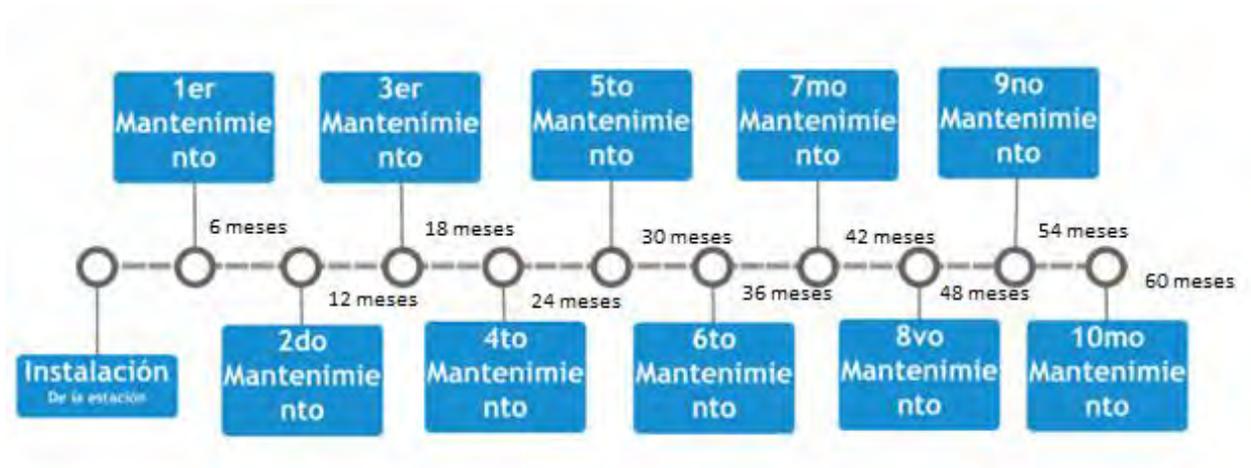


Figura 35: Programación de los mantenimientos preventivos para cualquier estación.

- **Mantenimiento Correctivo**

Objetivo	Resultado	Tarea	Responsable	Duración (días)
Realizar el mantenimiento correctivo de las estaciones de la Zona X.	Estaciones de la Zona X funcionando correctamente.	Recibir la alerta de que la estación no trabaja correctamente	Personal contratado	0.5
		Dirigirse a la estación y realizar el diagnóstico.	Personal contratado	1
		De ser necesario, regresar a la estación con los repuestos necesarios y brindar el mantenimiento correctivo	Personal contratado	1

INVENTARIO
Magnetómetros
Repuestos
Maletín de herramientas y consumibles
Tablets
Caja chica
Camioneta

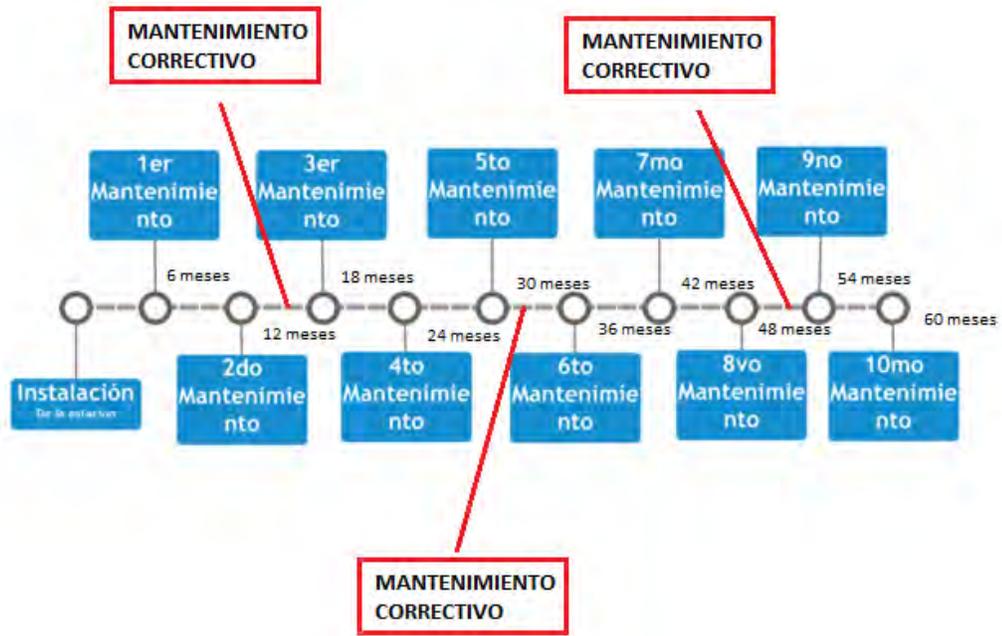
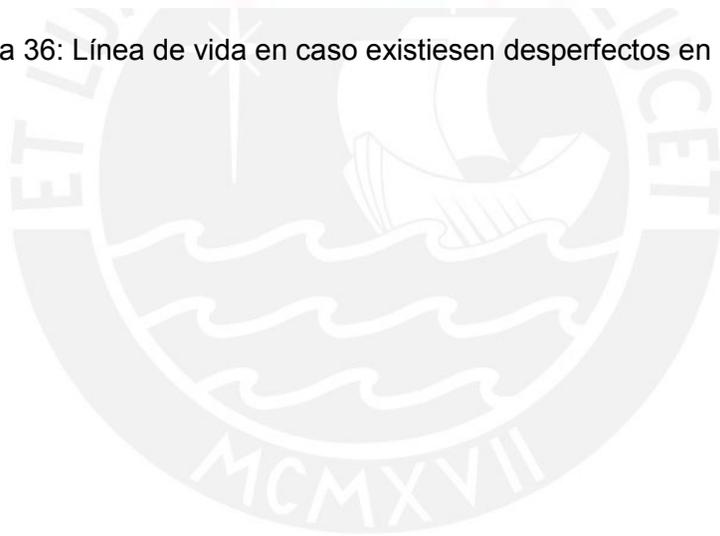


Figura 36: Línea de vida en caso existiesen desperfectos en las estaciones.



Conclusiones

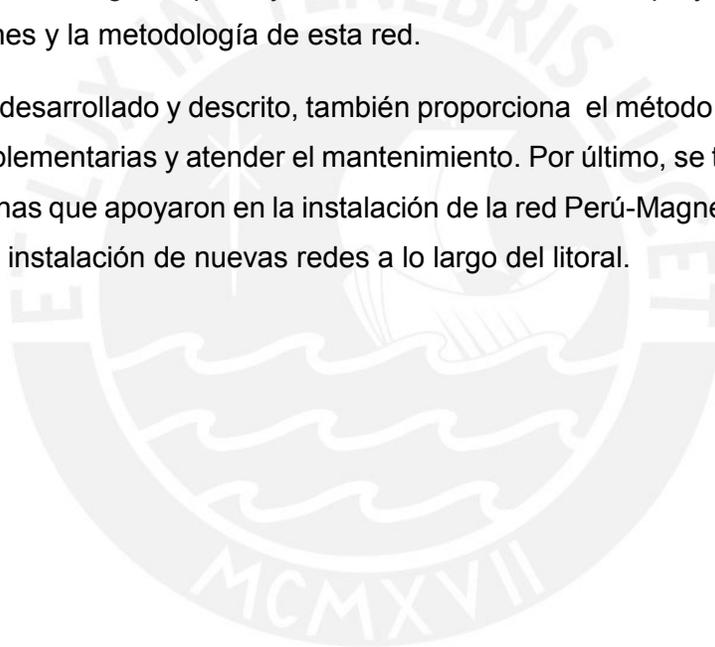
1. Luego de utilizar los programas mencionados de mapas virtuales y reconocimiento de señal celular, se crearon reglas para lograr ubicar satisfactoriamente las estaciones, con distancias requeridas para lograr triangulaciones. Este método fue utilizado en el trabajo de campo descrito en la presente Tesis, siendo los resultados un éxito. Con esta información se puede afirmar que el método funcionará para una expansión de 65 magnetómetros a más.
2. Al finalizar el trabajo de campo descrito, se concluye que los planes estratégicos de instalación son eficaces. Se instaló el equipo en el tiempo deseado, siguiendo los pasos establecidos (tales como verificación de ruido, señal, etc.). También se puede concluir que las visitas de mantenimiento resultarán exitosas siguiendo el plan estratégico adecuado.
3. La presente ampliación de la Red “Perú-Magneto” del Instituto de Radioastronomía de la PUCP, aumentará su capacidad de realizar triangulaciones de eventos electromagnéticos. La red tendrá una expansión física de un factor 7, pero el número de triangulaciones aumentará en un factor de 12. La ventaja operativa está en la topología de la red, como resultado de la colocación precisa de las estaciones por los métodos y las herramientas de servicios y aplicaciones utilizadas, permitiendo optimizar el uso de todas las estaciones al máximo.

Recomendaciones

El Proyecto Perú-Magneto trabaja conjuntamente con otro proyecto de la rama de Geociencias del INRAS, el cual abarca el análisis de otros tipos de señales que se producen semanas antes del advenimiento de un sismo. Una vez implementada la red de magnetómetros, se tendrá ubicaciones óptimas con acceso físico seguro, guardianía y servicio de mantenimiento a lo largo del litoral peruano.

Luego de desarrollar esta tesis, se tendrá como resultados no solo ubicaciones sino también planes estratégicos sobre cómo implementar e instalar una red. Se podrá acceder a las ubicaciones donde están instalados los magnetómetros e instalar nuevos equipos y tecnologías que ayuden a desarrollar otros proyectos, siguiendo las localizaciones y la metodología de esta red.

El proceso desarrollado y descrito, también proporciona el método para implementar las redes complementarias y atender el mantenimiento. Por último, se tendrá como contacto a las personas que apoyaron en la instalación de la red Perú-Magneto, las cuales podrán ayudar a la instalación de nuevas redes a lo largo del litoral.



Referencias Bibliográficas

- [1] PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Proyecto Perú-Magneto. Consulta: 8 de febrero de 2017.
<http://inras.pucp.edu.pe/proyectos/peru-magneto/>
- [2] INSTITUTO DE RADIOASTRONOMÍA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
2016 Resumen Ejecutivo Expansión Nacional de la Red Perú-Magneto. Lima.
- [3] MAMANI, Paulo
2015 *Diseño de un módulo de monitoreo de magnetómetros de la red Perú-Magneto*.
Tesis para optar el título de Ingeniero Electrónico. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- [4] HERAUD, Jorge A. y CENTA, Victor.
2011 “*Triangulation of Pulses of Electromagnetic Activity to Determine When and Where Earthquakes will occur in Central Peru En XXXI URSI-GASS International Radio Science General Assembly and Scientific Symposium. Beijing, China, 16-23 August 2014.*”
- [5] HERAUD, Jorge A.; Centa, Victor; Menendez, Daniel; Vilchez, Neils; Bleier, Tom y Dunson, Clark
“Observations of EM Precursors of Earthquakes from Magnetometers and EQLs”. En SCEC-CSEP Workshop on Testing External Forecasts and Predictions Los Angeles, May 7-9, 2013
- [6] INSTITUTO GEOFISICO DEL PERÚ (IGP)
Conceptos Básicos. Consulta: 08 de febrero de 2017.
<http://portal.igp.gob.pe/conceptos-basicos>

- [7] USGS
The Modified Mercalli Intensity Scale. Consulta: 9 de febrero de 2017.
<https://earthquake.usgs.gov/learn/topics/mercalli.php>
- [8] PATRANABIS D.
2011 “*Telemetry Principles*”. Tata McGraw-Hill Publishing. Company Limited, décima edición, India.
- [9] MINISTERIO DE AGRICULTURA
2011 *Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua* [diapositiva]. Consulta: 8 de febrero de 2017.
http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/3_protocolo_nacional_de_monitoreo_af_0.pdf
- [10] SNYUKOV, S. NUZHDINA, I. DORZNICA, S. GARBUZOVA, T.
2012 *Seismic monitoring of the Plosky Tolbachik eruption in 2012-2013 (Kamchatka Peninsula Russia)*.
- [2*] HAM, William K.
2000 “Introduction to telemetry, tracking and commanding”. *Telemetry systems analysis and design*. California: Monterey, California: U.S. Naval Postgraduate School, pp. 5-41.

Anexos

Revisar CD adjunto.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

ANEXOS
DISEÑO DEL SISTEMA DE LA
RED PERÚ-MAGNETO

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta la bachiller:

Elizabeth Sofía Cáceres López

ASESOR: Dr. Jorge Arturo Heraud P.

Lima, diciembre del 2018

ANEXOS

ANEXO 01

Destino	Leadtime (días)	Total (cajas)	Total Peso (Kg)	Tarifa por kilo	Tarifa Total
Tumbes	2	4	840	S/. 2.30	S/. 1,932.00
Piura	2	6	1,260	S/. 2.20	S/. 2,772.00
Chiclayo	2	7	1,470	S/. 2.00	S/. 2,940.00
Trujillo	1	5	1,050	S/. 1.80	S/. 1,890.00
Chimbote	1	5	1,050	S/. 1.50	S/. 1,575.00
Pisco	1	5	1,050	S/. 1.50	S/. 1,575.00
Camaná	3	8	1,680	S/. 2.20	S/. 3,696.00
Arequipa	2	6	1,260	S/. 2.00	S/. 2,520.00
Moquegua	2	2	420	S/. 2.50	S/. 1,050.00
Tacna	2	1	210	S/. 3.50	S/. 735.00
Huánuco	2	2	420	S/. 1.80	S/. 756.00
Moyobamba	4	3	630	S/. 3.50	S/. 2,205.00
TOTAL		54	11,340		S/. 23,646.00

Tabla 01: Cotización de la empresa Scharff

ITEM	DESCRIPCION	CIUDAD		CANTIDAD		PESO TOTAL A CONSIDERAR				RETORNO C	TARIFA BAS	TARIFA EXC	TOTAL GEN	TIEMPO DE ENTREGA	
		ORIGEN	DESTINO	Cant.	Unds.	PESO TOTAL	REDONDEA	TOTAL en S/	SEGURO						
										2.00%	S/. 8.92				
1	MAGNETOMETROS	LIMA	TUMBES	4	Cajas	831.08	832	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 6.94	S/. 6.94	S/. 6,483.00	3-4 días hábiles
2	MAGNETOMETROS	LIMA	PIURA	6	Cajas	1,246.63	1,247.00	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 6.94	S/. 6.94	S/. 9,363.10	3-4 días hábiles
3	MAGNETOMETROS	LIMA	CHICLAYO	7	Cajas	1,454.40	1,455.00	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 3.00	S/. 3.00	S/. 5,073.92	3-4 días hábiles
4	MAGNETOMETROS	LIMA	TRUJILLO	5	Cajas	1,038.86	1,039.00	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 3.00	S/. 3.00	S/. 3,825.92	3-4 días hábiles
5	MAGNETOMETROS	LIMA	CHIMBOTE	5	Cajas	1,038.86	1,039.00	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 3.00	S/. 3.00	S/. 3,825.92	3-4 días hábiles
6	MAGNETOMETROS	LIMA	PISCO	5	Cajas	1,038.86	1,039.00	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 3.00	S/. 3.00	S/. 3,825.92	3-4 días hábiles
7	MAGNETOMETROS	LIMA	AREQUIPA	14	Cajas	2,908.80	2,909.00	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 6.94	S/. 6.94	S/. 20,897.30	3-4 días hábiles
8	MAGNETOMETROS	LIMA	MOQUEGUA	2	Cajas	415.54	416	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 6.94	S/. 6.94	S/. 3,595.96	3-4 días hábiles
9	MAGNETOMETROS	LIMA	TACNA	1	Cajas	207.77	208	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 6.94	S/. 6.94	S/. 2,152.44	3-4 días hábiles
10	MAGNETOMETROS	LIMA	PASCO	2	Cajas	415.54	416	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 3.00	S/. 3.00	S/. 1,956.92	3-4 días hábiles
11	MAGNETOMETROS	LIMA	TARAPOTO	3	Cajas	623.31	624	S/. 35,000.00	S/. 700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	S/. 6.94	S/. 6.94	S/. 5,039.48	3-4 días hábiles
				54		11,219.64	11,224.00	S/. 385,000.00	S/. 7,700.00	S/. 8.92	S/. 708.92	Total incluido el I.G.V.		S/. 66,040.00	

Tabla 02: Cotización de la empresa Olva Courier

Renta Car Perú S.A.C.

Chiclayo, 06 de Febrero del 2017

Estimado.

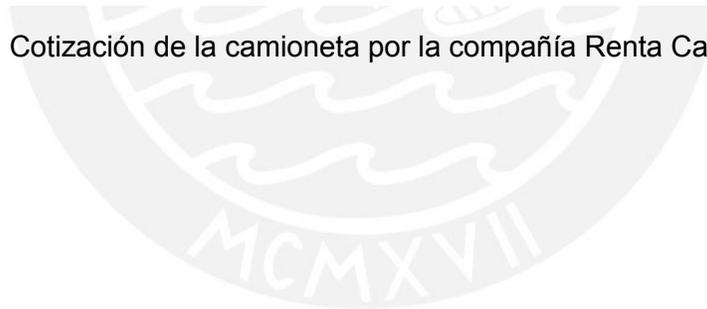
Reciba nuestro cordial saludo en nombre de la empresa Lima Aero Rent a Car Perú S.A.C., Líneas abajo detallo precio de alquiler de camioneta Toyota Hilux.

Las camionetas cuentan con soat nacional y seguro contra todo riesgo, además las camionetas están equipadas con botiquín de primeros auxilios, extintor, jaula antivuelco.

CAMIONETA TOYOTA HILUX

PRECIO DIA	: S/. 250.00	(24 Horas)
GARANTIA	: S/. 2000	(Con Tarjeta de Crédito o Efectivo)
KM DIARIO	: 250 KM	
EXCESO	: S/. 1.00 POR KM	

Figura 01: Cotización de la camioneta por la compañía Renta Car Perú SAC



ANEXO 03

Cart

CartSign InShippingPaymentVerify & SubmitOrder Submitted

Select cart: Cart

Item	Quantity	Price
 <p>Precision Tower 7000 Series (7910) Edit Save for later Remove Hide full specs</p> <p>Dell Precision Tower 7910 Dell Precision Tower 7910 XCTO Base</p> <p>Processor Dual Intel® Xeon® Processor E5-2680 v4 (14C, 2.4GHz, 3.3GHz Turbo, 2400MHz, 35MB, 120W)</p> <p>Operating System Windows 10 Pro 64bit English, French, Spanish</p> <p>Office Productivity Software Microsoft Office 30 Day Trial</p>	<input type="text" value="1"/>	\$13,878.99

Cart Summary

1 Item

\$3,458.31 Total Savings

Subtotal **\$10,420.68**

Shipping and taxes not included.

[Checkout](#)

[Continue Shopping](#)

[Save Cart](#) | [Email your cart](#)

Save your cart to access it on other devices and keep it more than 14 days.





Precision Tower 7000 Series (7910)

[Edit](#)[Save for later](#)[Remove](#)[Hide full specs](#)

Dell Precision Tower 7910

Dell Precision Tower 7910 XCTO Base

Processor

Dual Intel® Xeon® Processor E5-2680 v4 (14C, 2.4GHz, 3.3GHz Turbo, 2400MHz, 35MB, 120W)

Operating System

Windows 10 Pro 64bit English, French, Spanish

Office Productivity Software

Microsoft Office 30 Day Trial

Chassis Options

Dell Precision T7910 1300W Chassis v2, BW

Video Card

NVIDIA® NVS 315 1GB (DMS59) (DMS59-Dual DVI adapter) (ULGA12)

Memory

128GB (8x16GB) 2400MHz DDR4 RDIMM ECC

Processor Cooler Options

Dual Processor Air Heat Pipe for T7910

Systems Management

No Out-of-Band Sys Mgmt

Boot Hard Drive

2.5" 512GB SATA Class 20 Solid State Drive

2nd Hard Drive

2.5" 512GB SATA Class 20 Solid State Drive (Additional)

3rd Hard Drive

2.5" 512GB SATA Class 20 Solid State Drive (Additional)

4th Hard Drive

No Additional Hard Drive

5th Hard Drive

No Additional Hard Drive

6th Hard Drive

No Additional Hard Drive

7th Hard Drive

No Additional Hard Drive

8th Hard Drive

No Additional Hard Drive

Storage Volume

Boot drive or boot volume is less than 2TB

HDD Controller

MegaRAID SAS 9361-8i12Gb/s PCIe SATA/SAS HW RAID controller (1GB cache) - HW RAID 0,1,5,10

Internal Hard Drive Configuration

C2 SATA/SSD 2.5 Inch, 1-4 Hard Drives

RAID Configuration/Connectivity

RAID 5

Keyboard

US English (QWERTY) Dell KB-522 Wired Business Multimedia USB Keyboard Black

Mouse

Dell MS116 Wired Mouse Black

Teradici Remote Workstation Access Host Card

No Dell Tera2 Remote Access host card for the Wyse P25 Zero Client

Network Card

No Network Card (Integrated NIC only)

Sound

No Add-in Sound Card (Integrated Audio)

Thunderbolt Card

Not Selected in this Configuration

Additional Storage Devices

No Media Card Reader

Power Cords

US Power Cord

Speakers

Internal Speaker

CD ROM/DVD ROM

8x DVD ROM Slimline

E-Star

No Energy Star

Documentation/Disks

Safety/Environment and Regulatory Guide (English/French Multi-language)

Quick Reference Guide

Quick Reference Guide

Resource DVD

Resource DVD not Included

OS Recovery

OS-Windows Media Not Included

Optical Software

PowerDVD Software not included

Dell Data Security Encryption

No DDPE Encryption Software

Dell Threat Protection and Endpoint Security Suite

No Dell Data Protection | Endpoint Security Suite Software

FGA Module

No FGA

UPC Label

No UPC Label

External Speakers

No External Speaker

Regulatory Label

Tower 7910 Regulatory Label DAO

Processor Branding

Intel® Xeon® Label

Dell Backup & Recovery

No DBAR

Protect your PC

No Security Software

Non-Microsoft Application Software

Windows 10

Packaging

Dell Precision Packaging

Adapters

No Accessories

Mounts and Monitor Stands

No Stand

Canada Ship Options

Non-Canada orders only

Chassis intrusion switch

Chassis Intrusion Switch

TPM Security

TPM

Hardware Support Services

3 Year Hardware Service with Onsite/In-Home Service After Remote Diagnosis

