

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR
NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR

BACH. VERA SILVA DIEGO WALTER

ASESOR: DR. ESTRADA MENDOZA MIGUEL LUIS

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios y a mis padres que siempre me brindaron su apoyo en los buenos y malos momentos.

Diego Walter Vera Silva

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los docentes que conocí en la Universidad Ricardo Palma por brindar más que sus conocimientos de la carrera. También a los ingenieros que fui conociendo en Oxapampa que me ayudaron a elaborar esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivo específico.....	2
1.4. Delimitación de la investigación	3
1.4.1. Geográfica	3
1.4.2. Temporal	3
1.4.3. Temática	3
1.4.4. Muestral.....	3
1.5. Justificación del estudio.....	3
1.5.1. Conveniencia.....	3
1.5.2. Relevancia social.....	3
1.5.3. Aplicaciones prácticas.....	3
1.5.4. Utilidad metodológica.....	4
1.5.5. Valor teórico.....	4
1.6. Importancia del estudio.....	4
1.6.1. Nuevos conocimientos	4
1.6.2. Aporte.....	4
1.7. Limitaciones del estudio	4
1.7.1. Falta de estudios previos de investigación.....	4
1.7.2. Metodológicos o prácticos	5
1.7.3. Medidas para la recolección de datos.....	5
1.7.4. Obstáculos en la investigación.....	5

1.8. Alcance	5
1.9. Viabilidad del estudio	6
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Marco histórico	7
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema	7
2.2.1. Investigaciones internacionales.....	7
2.2.2. Investigaciones nacionales	9
2.2.3. Artículos relacionados con el tema	12
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	16
2.3.1. Licuación de suelo.....	16
2.3.2. Nivel Freático	17
2.3.3. Cimentaciones superficiales	17
2.3.4. Capacidad de carga según Meyerhof	18
2.4. Definición de términos básicos.....	19
2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las Hipótesis	20
CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS	21
3.1. Hipótesis General.....	21
3.1.1. Hipótesis general	21
3.1.2. Hipótesis específicas	21
3.2. Sistema de Variables.....	21
3.2.1. Definición conceptual	21
3.2.2. Operacionalización de variables.....	22
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA	25
4.1. Método de la investigación.....	25
4.2. Tipo de la investigación.....	25
4.3. Nivel de investigación	25
4.4. Diseño de la investigación	25
4.5. Población y muestra.....	26
4.5.1. Población.....	26
4.5.2. Muestra.....	26
4.6. Técnicas e instrumentación de recolección de datos	27

4.6.1. Instrumento de recolección de datos	27
4.6.2. Procesamiento de datos	27
4.6.3. Herramientas	27
4.6.4. Presentación de resultados	27
4.6.5. Métodos y técnicas	27
4.7. Descripción de procesamiento de análisis	27
CAPÍTULO 5: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	28
5.1. Presentación de los resultados	28
5.1.1. Validez del instrumento	28
5.1.2. Tamaño de muestra	29
5.1.3. Confiabilidad de instrumento	31
5.1.4. Prueba de normalidad.....	33
5.1.5. Grado de asociación de las variables.....	34
5.1.6. Datos de calicatas	36
5.1.7. Evidencias de daños en estructuras	38
5.1.8. Uso de suelo	41
5.1.9. Altura de edificaciones.....	42
5.1.10. Sismos	42
5.2. Análisis de los resultados.....	45
5.2.1. Nivel Freático	45
5.2.2. Capacidad Portante.....	47
5.2.3. Evidencias de daño a estructuras.....	48
5.2.4. Análisis de las precipitaciones	50
5.2.5. Licuación de suelos	53
5.2.6. Cuestionario	54
5.3. Contrastación de las Hipótesis.....	61
5.4. Aporte	61
5.4.1. Propuestas de solución	61
5.4.2. Mapas temáticos.....	63
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65

CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	73
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	73
Anexo 2: Datos para cálculo de confiabilidad.....	74
Anexo 3: Instrumento	75
Anexo 4: Calicatas tomadas de EMS de obras en Oxapampa.....	76
Anexo 5: Calicatas con datos de capacidad portante.....	80
Anexo 6: Cálculo de capacidad portante	81
Anexo 7: Historial de sismos de magnitud 5.5 Mw a más.	86
Anexo 8: Mapas temáticos.....	87
Anexo 9: Opinión de expertos	94
Anexo 10: Permisos de Municipalidad Provincial de Oxapampa.	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables	22
Tabla 2: Operacionalización entre nivel freático e inseguridad en cimentaciones ..	23
Tabla 3: Operacionalización entre sismo e inseguridad en cimentaciones	23
Tabla 4: Operacionalización entre capacidad portante e inseguridad en cimentaciones.....	23
Tabla 5: Operacionalización entre precipitaciones pluviales máximas e inseguridad en cimentaciones	24
Tabla 6: Población de Oxapampa al año 2016	26
Tabla 7: Población de Oxapampa al año 2026	26
Tabla 8: Perfil profesional de los expertos	28
Tabla 9: Nivel de validez del cuestionario.	29
Tabla 10: Valores del nivel de validez del cuestionario.....	29
Tabla 11: Material de construcción predominante en las paredes.....	30
Tabla 12: Resumen de procesamiento de casos	32
Tabla 13: Interpretación de la magnitud del Coeficiente de Confiabilidad.....	32
Tabla 14: Prueba de Normalidad	33
Tabla 15: Correlación de Pearson.....	34
Tabla 16: Relación entre 2 variables	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del proyecto de tesis.....	20
Figura 2: Ubicación de propietarios encuestados	30
Figura 3: Resultados de confiabilidad.....	32
Figura 4: Calicatas con profundidad de nivel freático.	36
Figura 5: Calicatas con datos de capacidad portante	37
Figura 6: Calicatas con datos de potencial de licuación	37
Figura 7: Ubicación de evidencia de daños en viviendas	38
Figura 8: Rajadura de techo de R1.....	39
Figura 9: Grieta de parapetos de R13.....	39
Figura 10: Dren de vivienda R13	40
Figura 11: Rajadura de muro perimetral en R14.....	40
Figura 12: Grieta de columna en R18	41
Figura 13: Zonificación por uso de suelos	41
Figura 14: Altura de edificaciones	42
Figura 15: Epicentros de sismos en Oxapampa	44
Figura 16: Magnitud de sismos en Oxapampa.....	44
Figura 17: Interpolación de nivel freático en época de lluvia.....	45
Figura 18: Interpolación de nivel freático en época de estiaje.....	46
Figura 19: Calicata C-96 y C-107	46
Figura 20: Zonificación por capacidad portante	47
Figura 21: Capacidad portante de los suelos de cimentación	48
Figura 22: Grietas y nivel freático en época de lluvia	49
Figura 23: Viviendas con grietas en zona de napa freática alta.	50
Figura 24: Curvas IDF – Oxapampa	51
Figura 25: Curvas IDF – Moyobamba	51
Figura 26: Curvas IDF – Cuzco	52
Figura 27: Vista satelital de la ciudad de Oxapampa.....	52
Figura 28: Calicatas con datos de clasificación de suelos	53
Figura 29: Geología de Oxapampa	54
Figura 30: Porcentaje de contratación de profesionales.....	55
Figura 31: Porcentaje de propietarios que realizó un estudio de suelos.	56

Figura 32: Porcentaje de hallazgo de agua al construir una vivienda.....	56
Figura 33: Porcentaje de personas con inconvenientes al retirar el agua.....	57
Figura 34: Inconvenientes al retirar agua subterránea	58
Figura 35: Suelo desmoronado luego de excavación.....	58
Figura 36: Aumento de nivel de agua.	59
Figura 37: Preferencia de tipo de cimentación.....	60
Figura 38: Obra en ejecución	60
Figura 39: Profundidad de cimentación	62
Figura 40: Uso de suelo y nivel freático en época de lluvias.....	63

RESUMEN

Este estudio abordó la problemática de las inseguridades en las cimentaciones por factores como napa freática alta, suelo de baja capacidad de soporte y propensos a la licuación, malas prácticas constructivas y una tendencia de los pobladores de no seguir las recomendaciones de las autoridades y los profesionales de la construcción. Tuvo como objetivo ubicar el nivel freático para identificar casos de inseguridad en las cimentaciones. La zona de estudio se encuentra en la ciudad de Oxapampa, Perú. Lugar que presenta suelos de arenas, arenas limosas, limos arenosos no plásticos junto con intensas lluvias. Para lograr los objetivos se usó la geomática como herramienta para ubicar las zonas donde se puedan encontrar viviendas con inseguridad en sus cimentaciones. La investigación fue de tipo descriptiva, explicativa y correlacional. Se recopiló datos de exploraciones de suelos anteriores y nuevos con datos de profundidad de agua subterránea y se georreferenciaron usando el sistema de información geográfica, además los datos se dividieron en dos: calicatas en época de estiaje y calicatas en época de lluvias, con el fin de determinar cuánto varía el nivel freático entre una temporada y otra. También se aplicó un cuestionario mixto para encontrar evidencias de grietas en las viviendas, usando una aplicación móvil de recolección de datos en campo. Se halló coincidencias de ubicación entre las grietas encontradas y las zonas con napa freática alta al realizar un análisis espacial de los datos. Se concluye que sí es posible zonificar el área por profundidad de agua subterránea usando herramientas geomáticas.

Palabras clave: Inseguridad en cimentaciones, napa freática elevada, suelos finos, capacidad portante, herramientas geomáticas.

ABSTRACT

This study addressed the problem of insecurities in foundations due to factors such as high groundwater table, soil with low bearing capacity and prone to liquefaction, poor construction practices and a tendency for residents not to follow the recommendations of the authorities and professionals. of the construction. Its objective was to locate the water table to identify cases of insecurity in the foundations. The study area is located in the city of Oxapampa, Peru. Place that presents sandy soils, silty sands, non-plastic sandy silts together with heavy rains. To achieve the objectives, geomatics was used as a tool to locate the areas where homes with insecurity can be found in their foundations. Data from previous and new soil explorations were collected with groundwater depth data to georeference them using the geographic information system, in addition the data was divided into two: pits in the dry season and pits in the rainy season, in order to determine how much the water table varies from season to season. A mixed questionnaire was also applied to find evidence of cracks in the houses, using a mobile application for data collection in the field. Location coincidences were found between the cracks found and the areas with high water table when performing a spatial analysis of the data. It is concluded that it is possible to zone the area by groundwater depth using geomatic tools.

Keywords: Insecurity in foundations, high water table, fine soils, bearing capacity, geomatic tools.

INTRODUCCIÓN

La selva de nuestro país es conocida por tener suelos de baja capacidad portante y por tener un clima húmedo y lluvioso. En la ciudad de Oxapampa se encuentra suelos compuestos de arena, limos, arcillas y en algunas zonas gravas pobremente gradadas. La capacidad portante del suelo de Oxapampa varía entre 0.5 a 1.5 kg/cm², en la mayor parte de la ciudad. Esta zona cuenta con 2 ríos principales: Chorobamba y La esperanza, estos junto con las lluvias originan que el nivel freático sea poco profundo. En los últimos años ha comenzado a verse construcciones de 4, 5 y hasta 6 pisos. Al combinarse los factores como baja capacidad portante del suelo, nivel freático alto, edificaciones de más de 4 pisos, historial de sismo e historial de licuación de suelo existe un potencial problema de inseguridad en las edificaciones de la ciudad. La falta de conocimiento de la población, la falta de fiscalización por parte de la municipalidad para que las construcciones estén bien hechas, junto con un sismo extraordinario y precipitaciones pluviales máximas pueden desencadenar el asentamiento de las estructuras. El estudio sirve para identificar las zonas con niveles freáticos altos, las zonas con suelos de baja capacidad portante y las edificaciones de 4 pisos a más. Conviene realizar este estudio para identificar los casos de inseguridad en cimentaciones de la ciudad de Oxapampa. En la zona de estudio hay dos grupos generacionales en la población, los colonos austro-alemanes y las personas que migraron después hacia Oxapampa; la investigación se eligió porque al hablar con los descendientes austro-alemanes se conoció que ellos respetaron un acuerdo que tuvieron desde el principio: No construir viviendas de más de 2 pisos, porque sabían que el terreno no era bueno y que debajo de él había mucha agua, sin embargo con la migración de las personas hacia Oxapampa se ha ido incumpliendo ese acuerdo y se comenzó a ver construcciones de albañilería confinada de hasta 6 pisos. Al ver que varias personas rechazan la idea de construir viviendas de más de 4 pisos, nació un interés por este tema. En esta tesis se zonifica la ciudad con datos de profundidad de napa freática para hallar casos de inseguridad en las edificaciones usando los sistemas de información geográfica, estudios de suelos de proyectos anteriores y exploraciones de suelo propias. También se zonifica la ciudad por capacidad portante para hallar una relación entre los casos de inseguridad y las zonas con baja capacidad portante. Ambas zonificaciones se logran interpolando los puntos, usando las herramientas de análisis espacial del software

ArcGIS. Se determina las precipitaciones pluviales para demostrar que la zona de estudio es propensa a tener grandes procesos de lluvia que generan el incremento del nivel freático, esto se realiza con datos hidrometeorológicos otorgados por SENAMHI. También se recopila el historial de sismos de la ciudad junto con lo mencionado anteriormente para verificar si Oxapampa reúne las condiciones de tener ocurrencia de licuación de suelos. En el capítulo I se describe el problema de Oxapampa junto con las características de la zona además de sustentar la importancia del estudio. En el capítulo II se encuentra la base teórica de este estudio, investigaciones que aportan ideas para solucionar el problema y metodologías aplicadas en otras investigaciones que sirven de ejemplo. En el capítulo III se mencionan las Hipótesis de la investigación, se definen y operacionalizan las variables. En el capítulo IV se detalla la metodología aplicada en este estudio explicando que instrumentos se utilizan, como se procesan los datos, como se presentan los resultados, las herramientas utilizadas y los métodos y técnicas para recolectar los datos. En el capítulo V se presentan y analizan los resultados; se contrastan las hipótesis y se presentan las propuestas de solución junto con los mapas temáticos que son el aporte de este estudio. Luego se presenta la discusión de los resultados entrelazando datos, resultados, bases teóricas y comentarios de ingenieros que aportaron a esta investigación. Y se finaliza con las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La selva de nuestro país es conocida por tener suelos de baja capacidad portante y por tener un clima húmedo y lluvioso. En la ciudad de Oxapampa podemos encontrar suelos compuestos de arena, limos, arcillas y en algunas zonas gravas pobremente gradadas. La capacidad portante del suelo de Oxapampa varía entre 0.5 a 1.5 kg/cm², en la mayor parte de la ciudad; y en una zona pequeña se pueden obtener valores entre 1.5 a 1.8 kg/cm². La precipitación promedio de Oxapampa es de 1622.83 mm/año, INDECI-PNUD (2010-2011). Esta zona cuenta con 2 ríos principales: Chorobamba y La esperanza, estos junto con las lluvias originan que el nivel freático sea poco profundo.

A pesar de no ser una zona sísmica tan activa como la costa peruana, sí tiene historia sísmica. El más importante fue el diciembre de 1937, sismo que alcanzó la magnitud de Ms = 6.3, Alva (1983). Silgado (1978) indica que en el Fundo Victoria se abrió una grieta de la que emanó abundante cantidad de agua que arrasó corpulentos árboles, aumentando el caudal del río Chorobamba. Una parte importante de la población no suele contratar ingenieros ni hacer estudios de mecánica de suelos para construir sus edificaciones; acostumbran a hacerlo ellos mismos y/o contratar maestros de obra. En los últimos años ha comenzado a verse construcciones de 4, 5 y hasta 6 pisos.

Al combinarse los factores como baja capacidad portante del suelo, nivel freático alto, edificaciones de más de 4 pisos, historial de sismo e historial de licuación de suelo existe un potencial problema de inseguridad en las edificaciones de la ciudad. Recogiendo testimonios de los pobladores, cuando se les pregunta si han hecho un estudio de mecánica de suelos para construir sus viviendas, la respuesta de ellos es: “no he hecho ese estudio, sólo estoy construyendo con un arquitecto”. Un ingeniero oxapampino cuenta que en una ocasión tenía que ampliar el área de una zapata, se dio con la sorpresa de que el acero había perdido gran parte de su sección transversal producto del agua que hay en el suelo y la corrosión que origina. También cuenta que, al construir una cimentación nueva, él quería impermeabilizar la cimentación, pero el dueño de la vivienda se oponía, argumentando que hacer eso era muy costoso.

Adicionalmente cuenta que ha sido testigo de que algunas personas utilizan una “mezcla seca” para sus cimentaciones. Esto quiere decir que mezclan los agregados y el cemento sin agua, esto lo echan al terreno y ahí logran que la “mezcla seca” se humedezca debido al agua que hay en el suelo.

La falta de conocimiento de la población, la falta de fiscalización por parte de la municipalidad para que las construcciones estén bien hechas, junto con un sismo extraordinario y precipitaciones pluviales máximas pueden desencadenar el asentamiento de las estructuras por ocurrencia de licuación de suelos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo la napa freática alta causa inseguridad en cimentaciones de edificaciones de la ciudad de Oxapampa?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo la baja capacidad portante del suelo contribuye a los asentamientos de las edificaciones?
- b. ¿Cómo las precipitaciones pluviales máximas originan fallas en las cimentaciones?
- c. ¿Cómo un sismo extraordinario causa el fenómeno de licuación de suelos?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Ubicar el nivel freático para identificar casos de inseguridad en las cimentaciones de edificaciones, de la ciudad de Oxapampa.

1.3.2. Objetivo específico

- a. Establecer la capacidad portante del suelo para zonificar la ciudad; utilizando estudios de mecánica de suelos anteriores.
- b. Determinar las precipitaciones pluviales máximas para demostrar la causa de la elevación del nivel freático; usando estudios hidrológicos pasados y datos de SENAMHI.
- c. Recopilar el historial de sismos para estimar la posibilidad de ocurrencia de licuación de suelos; utilizando la norma de sismos E 0.30, estudios de sismicidad de la zona, etc.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Geográfica

El proyecto de esta tesis se desarrollará en la parte urbana del distrito de Oxapampa, Provincia Oxapampa, Región Cerro de Pasco – Perú.

1.4.2. Temporal

El proyecto de este estudio se desarrollará durante los meses de mayo a noviembre del 2021.

1.4.3. Temática

- Campo: Geotecnia
- Área académica: Cimentaciones
- Línea de investigación: Ingeniería Civil
- Sub línea de investigación: Geomática

1.4.4. Muestral

La muestra de este estudio está definida por la cantidad de edificaciones existentes de concreto y/o albañilería confinada que tenga la ciudad de Oxapampa.

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Conveniencia

El estudio sirve para identificar las zonas con niveles freáticos altos, las zonas con suelos de baja capacidad portante y las edificaciones de 4 pisos a más. Conviene realizar este estudio para identificar los problemas de inseguridad que tienen dichas construcciones.

1.5.2. Relevancia social

La población del distrito de Oxapampa en general se beneficia de este estudio, pero sobre todo los propietarios de las construcciones de 4 pisos a más. También las personas que decidan demoler sus casas de madera para construir una de más pisos, futuros pobladores que provengan de otros sitios, etc.

1.5.3. Aplicaciones prácticas

Esta investigación ayuda al poblador a tener una mejor noción del terreno que ocupa o que ocupará; permitiéndole mejorar las condiciones de la cimentación de las viviendas existentes o de las futuras.

1.5.4. Utilidad metodológica

Con esta investigación se puede contar con un mapa actualizado de las alturas de las edificaciones y un mapa del nivel freático del distrito.

1.5.5. Valor teórico

Se usó un procedimiento para identificar las variables que ocasionan inseguridad en las edificaciones. Dichas variables son el sismo extraordinario, las precipitaciones pluviales máximas, la capacidad de soporte del terreno. Se describió como esos 3 factores afectan la estabilidad de las cimentaciones y por consiguiente la seguridad de las personas de la ciudad en cuestión.

1.6. Importancia del estudio

1.6.1. Nuevos conocimientos

Se determinó una zona que reúne características que generan inseguridad en las edificaciones, se conoció también los procesos constructivos que siguieron los pobladores para construir las viviendas. Se pudo saber las historias que guardan algunos pobladores de sus ancestros, que describen los hechos del sismo de 1937. Se elaboró una data georreferenciada de las viviendas con grietas.

1.6.2. Aporte

- a. Mapas temáticos de profundidad de nivel freático, altura de edificaciones actualizado.
- b. Cuestionario, donde quedará registrado como han construido los pobladores sus viviendas a lo largo del tiempo y situaciones importantes que hayan observado que sean útiles para esta investigación.

1.7. Limitaciones del estudio

1.7.1. Falta de estudios previos de investigación

Se cuenta con un mapa de alturas de edificaciones de INDECI PNUD (2010 - 2011) que no representa la realidad de la ciudad a causa de su antigüedad. En dicho mapa se puede encontrar un inmueble de 1 piso cuando en la actualidad cuenta con 5 pisos.

Se cuenta con poca información de estudio de mecánica de suelos (EMS), en caso no se llegue a obtener la información deseada, las limitaciones económicas no permitieron que se realice ensayos para determinar la

capacidad portante. La municipalidad pide a la población realizar un EMS cuando vas a edificar una estructura de 5 pisos a más, pero esto no se llega a cumplir.

También es importante destacar que no se cuenta con EMS en épocas de lluvias para todos los puntos obtenidos; ésta limitante ocasiono que no se pueda cubrir toda la zona de estudio como se deseó.

1.7.2. Metodológicos o prácticos

Para obtener los nuevos conocimientos enunciados anteriormente se usó un cuestionario y/o entrevistas con los pobladores. Estuvo dirigido hacia los propietarios de las viviendas y/o edificaciones o hacia las personas que se encargaron de la ejecución de las mismas; ingenieros, arquitectos, maestros de obra, etc.

1.7.3. Medidas para la recolección de datos

Obtener datos de asentamientos de edificaciones existentes conlleva monitorear la estructura a lo largo del tiempo y se necesita contar con los equipos adecuados. Al no tener lo expuesto, no se pudo obtener ese tipo de dato, lo que se hizo fue fotografiar en una ocasión una edificación con inclinación muy leve.

Otra limitante se dio en el momento de realizar el cuestionario ya que no todas las personas que quisieron responder sabían las respuestas a las preguntas del instrumento.

1.7.4. Obstáculos en la investigación

Los comentarios de los pobladores son importantes a la hora de describir situaciones como indicar el nivel freático con una profundidad extraordinaria, o para saber que procedimientos constructivos utilizaron cuando edificaron sus viviendas. Pero esto dependió de la exactitud con la que el poblador describió dichas situaciones. Hubo casos en que las personas indicaban medidas exageradas o confundían los términos que usaban.

1.8. Alcance

En esta investigación se estudió el aspecto geotécnico, sísmico e hidrometeorológico del distrito de Oxapampa. Y se tuvo una interacción con los pobladores para conocer la opinión de ellos sobre el tema de estudio.

1.9. Viabilidad del estudio

La investigación se pudo realizar en el tiempo proyectado. El área de estudio ayudó para que la investigación no sea extensa. Las condiciones económicas dificultaron el desarrollo del estudio, pero no impidió que se cumplan los objetivos. Se tuvo que realizar exploraciones de suelo ya que la información no estaba completa, a pesar de contar con varios estudios de suelos. La recolección de datos para el desarrollo del cuestionario se hizo utilizando aplicaciones móviles relacionadas a la geomática.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco histórico

INDECI-PNUD (2010-2011). La presencia de agua cerca de la superficie, en suelos arenosos mal gradados muy sueltos en épocas de fuertes precipitaciones y lluvias extraordinarias, determina que la capacidad portante de los suelos de cimentación se encuentren entre 0.50 Kg/cm (Valores estimados) y exista la posibilidad de licuación de suelos, si es que las condiciones de saturación del suelo por lluvias extraordinarias se le suma la ocurrencia de un sismo de magnitud moderada o con una intensidad de VII a VIII que corresponde a un sismo con Periodo de retorno de 500 años (0.45g de aceleración horizontal máxima). Este informe va a ser de mucha ayuda, sobre todo para la recolección de información. Debido a que la ciudad de Oxapampa se encuentra dentro del mapa de licuación de suelos, se considera de mucho interés realizar una revisión y actualización de los criterios para su predicción ya que el tema de licuación de suelos es muy complejo, por que intervienen muchas variables para su ocurrencia.

Este informe va a ser de mucha ayuda, sobre todo para la recolección de información. En él se encuentra mapas temáticos de capacidad portante del suelo, estado de las viviendas, material de las edificaciones; número de pisos de las construcciones; también se encuentran datos del nivel freático.

El ingeniero Alva (1983) en su artículo nos presenta un mapa de lugares donde ha habido licuación de suelos. En él se ve a la zona de Chorobamba como antecedente. Una zona muy cercana a la zona de este estudio.

Silgado (1978) recopila los sismos a lo largo de la historia del Perú. Ahí es donde se encuentra registrada una pequeña historia del Fundo Victoria que relata como brotaba agua del suelo en el sismo de Huancabamba y Oxapampa de 1937. Esto fortalece la posición de que Oxapampa está expuesta a dicho fenómeno.

2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1. Investigaciones internacionales

Dahl (2011) evaluó el comportamiento cíclico y los procedimientos de ingeniería para evaluar el comportamiento cíclico de suelos intermedios y de grano fino. Los datos sobre el comportamiento cíclico de estos tipos de suelos fueron recopilados a partir de la literatura y se utilizaron para examinar

lecciones sobre diferentes comportamientos y procedimientos para evaluar las fortalezas monótonas y cíclicas no drenadas. A continuación, se realizaron estudios detallados de pruebas de laboratorio para tres suelos intermedios o de grano fino diferentes, y los resultados se examinaron junto con los datos complementarios de las pruebas in situ y los datos de caracterización del sitio asociados. La caracterización de los tres suelos intermedios, que difirieron en contenido de finos, índice de plasticidad y estado de consolidación, consistió en pruebas de consolidación, pruebas monotónicas, cíclicas y postcíclicas directas de cizallamiento simple monotónico, monotónico y postcíclico, y pruebas de reconsolidación postcíclica. Se compararon las resistencias cíclicas determinadas a partir de pruebas de laboratorio específicas del sitio y de correlaciones empíricas derivadas principalmente de, o principalmente para arenas y se compararon las diferencias. Se desarrolló un nuevo procedimiento de prueba para investigar la susceptibilidad de un suelo a las perturbaciones durante el proceso de extrusión, recorte y montaje y se aplicó a estos tres suelos intermedios y de grano fino. El conjunto de datos recopilado a partir de estos estudios y la literatura se utilizó para evaluar cualquier tendencia característica en el comportamiento monotónico y cíclico con contenido de finos, índice de plasticidad, estado de consolidación u otros índices.

Witthoeft (2009) estudia el uso de la bentonita con el propósito de mitigar la licuefacción del suelo. Utilizó un enfoque numérico para investigar la eficacia del tratamiento de bentonita a escala de campo. El modelo implementado se utilizó para analizar un problema dinámico: un caso hipotético de una base con vibración vertical fundada sobre una arena saturada. Los parámetros del modelo se calibraron tanto para arena limpia (es decir, sin tratar) como para arena tratada con bentonita. Se utilizaron tres indicadores para medir el rendimiento del tratamiento con bentonita: (1) asentamiento de la zapata, (2) deformación cortante en la capa del suelo y (3) reducción del estrés de confinamiento efectivo. Se demostró que, para este caso hipotético, la aplicación del tratamiento de bentonita mejoró drásticamente los tres aspectos del rendimiento. El autor concluyó que el tratamiento con bentonita puede ser una opción viable para la mitigación de la licuefacción a escala de campo.

El estudio de Witthoef (2009) usa arena saturada se vuelve relevante para este proyecto de investigación ya que puede simular el suelo de Oxapampa cuando haya precipitaciones pluviales máximas. Al ser viable el tratamiento con bentonita para mitigar la licuefacción del suelo se convierte en una alternativa de solución para esta investigación.

Almoumen (2020) estudió los suelos limosos con el principal objetivo de estudiar el comportamiento de la resistencia al cizallamiento cíclico sin drenar de suelos de grano fino de baja plasticidad. El dispositivo de prueba de cizallamiento simple directo de volumen constante fabricado por *GeoComp* se utilizó para probar las muestras de suelo. Se realizaron los test de fase de consolidación, fase de carga de cizallamiento monotónico, fase de carga de cizallamiento y fase post cíclica. Los resultados mostraron que a medida que aumenta el CSR (Carga cíclica de corte), disminuye el número de ciclos de carga hasta la falla. También comenta que preformar muestras idénticas no es suficiente para estudiar el comportamiento de suelos de grano fino ya que hay muchos factores que pueden afectar los resultados.

Este estudio está ligado al presente plan de tesis porque se estudia la licuación de suelos limosos, característica del suelo de Oxapampa. A pesar de que en las recomendaciones el autor comenta que son insuficientes los estudios y que se necesita más investigación, de todas maneras, Almoumen (2020) ayudará con sus comentarios a la hora de tratar la licuación de los suelos limosos de Oxapampa.

2.2.2. Investigaciones nacionales

Alvarado & Palomino (2015) estudiaron los suelos finos de Cuzco con la finalidad de determinar el esfuerzo de pre consolidación del suelo fino mediante ensayos de laboratorios pertinentes, así también como el asentamiento y el tiempo de asentamiento del mismo, ante la aplicación de carga. Los ensayos fueron: contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, gravedad específica y consolidación unidimensional. Concluyeron que el método gráfico de Casagrande y la prueba de consolidación son los más adecuados para el tipo de suelo evaluado.

La relación de este estudio con la presente investigación es el tipo de suelo. Hay zonas de Oxapampa que presenta arcillas de baja plasticidad. La

metodología que realizaron va a servir como modelo para determinar los asentamientos del suelo.

Guedes, Quispe, Ancajima, Mogollón & Campos. (2021) en su trabajo de investigación estudiaron los suelos arcillosos con el propósito de analizar los distintos tipos de asentamientos en arcillas, cuando la cimentación es una zapata; también recopilaron distintos métodos para el cálculo de asentamiento de zapatas en arcillas.

Ellos mostraron los distintos tipos de asentamientos de zapatas en arcillas y discutieron sus consecuencias en las estructuras proyectadas. También mostraron algunas de las metodologías recopiladas para calcular el asentamiento en arcillas. Luego describieron las limitaciones y condiciones bajo las que fueron desarrollados los métodos recopilados. Con los análisis de variabilidad de condiciones y aplicaciones, así como de requerimientos identificados para cada método discutieron su mejor aplicación en distintas condiciones realizando un énfasis en situaciones que se podrían dar en proyectos desarrollados en distintas partes del país.

En una de sus conclusiones comentan que una de las principales razones para que no se usen distintos métodos en el cálculo de asentamientos en arcilla ni se usen ensayos de campo más modernos es debido a que la norma de cimentaciones aún no les da la relevancia que debieran tener y los profesionales se cubren con lo que plantea la norma para no implementar mejoras. También explican que para proyectos de baja importancia se puede emplear el método tradicional de Terzaghi.

El mencionado estudio complementará de buena manera el presente proyecto de tesis ya que han discutido varios métodos de cálculos de asentamiento y han puesto énfasis en los suelos arcilloso, razón por la cual es compatible con el suelo de Oxapampa. Otro punto en común es la descripción que hacen de los daños que pueden ejercer los asentamientos a la estructura, algo que en este estudio se pretende hacer identificando los problemas de inseguridad de las edificaciones.

Felices, Burgos, Escalante, Castañeda & Campos. (2021) estudiaron los sistemas de precarga para suelos arcillosos saturados con la intención de reducir el asentamiento cuando se lleva a cabo la construcción real en el sitio.

Esto se logra acelerando el proceso de consolidación de estos suelos, ejerciendo presiones e implementando medios para el drenaje de agua. Compararon los distintos tipos de precarga que son ejecutados en proyectos de ingeniería, los cuales son el sistema de precarga con material de relleno y con vacío. Este último tiene dos tipos: precarga con vacío con membrana hermética y precarga con vacío de dren a dren. Se recopiló información de cada uno de estos sistemas, tanto en sus características propias y como su aplicación en distintas obras de ingeniería. Los autores al final, presentan tablas comparativas de cada método, donde detallan ventajas, aplicabilidad, desventajas y limitaciones.

En una de las conclusiones, los autores comentan que el proceso de consolidación producida por la precarga aumenta la rigidez y la resistencia del suelo. Asimismo, disminuye el asentamiento que se produce luego de la construcción de la estructura. Esto último evita tener grandes asentamientos totales y diferenciales que ponen en riesgo la serviciabilidad de la estructura. La investigación de Felices et al (2021) está relacionada con este proyecto de tesis en el deseo de reducir los asentamientos en suelos arcillosos y mejorar la resistencia del suelo. Va a ser considerado para las propuestas de solución para futuras construcciones en la ciudad de Oxapampa; quizás no para viviendas, pero sí para edificaciones de mayor importancia.

Atencio (2018) presenta un trabajo que consiste en la evaluación constructiva y económica de dos métodos de mejoramiento de terreno para la cimentación. El primer método planteado fue el mejoramiento de terreno mediante el retiro de 7 metros de profundidad aproximadamente y reemplazo de material inadecuado por una capa de cuatro metros de enrocado y sobre ello colocar tres metros de concreto ciclópeo la segunda alternativa propuesta fue de mejoramiento del terreno de fundación con la ejecución de 305 micropilotes (de 12 y 16 pulgadas de diámetro) dispuestos radial y concéntricamente debajo del área donde se ubicaría la losa de cimentación (43 metros de diámetro).

El autor concluye que las facilidades de construcción, ahorro económico y ventajas técnicas fueron las razones por las cuales se escogió la alternativa de mejoramiento del terreno mediante la ejecución de micropilotes. También

comenta que el mejoramiento del terreno mediante micro pilotaje es un trabajo especializado que requiere de una adecuada planificación basada en la disponibilidad de espacios, maquinaria y mano de obra para poder realizarse sin inconvenientes en el plazo deseado, se recomienda la aplicación de esta metodología especialmente para casos como éste en el cual en el terreno a mejorar mediante reemplazo es abundante y presenta un nivel freático alto.

Los puntos en común entre este estudio y el presente plan de tesis es la propuesta de mejoramiento de terreno para cimentaciones en suelos de baja capacidad portante y que la alternativa de solución sirve para suelos con nivel freático alto. Dicha propuesta puede aplicarse en la ciudad de Oxapampa para la construcción de futuros hospitales, tanque elevados, etc.

Arias & Villa (2019) en su trabajo de investigación presenta una evaluación de suelos con presencia de nivel freático. Utilizaron encuestas para recopilar información de las cimentaciones de las viviendas, adicionalmente realizaron excavaciones de calicatas para determinar la capacidad portante del suelo, el nivel freático, contenido de humedad, la clasificación del suelo, con el ensayo de Proctor Estándar determinaron máxima densidad seca y con el ensayo de corte directo determinaron el ángulo de fricción y la cohesión. Con el método de Meyerhof determinaron la profundidad y las dimensiones de la cimentación.

Este estudio está relacionado con el presente plan de tesis ya que la investigación presenta un caso con suelo arenoso, nivel freático alto, riesgo de licuación de suelo y cimentaciones superficiales. También porque hay una similitud en la metodología de investigación ya que en ambas investigaciones es necesario realizar encuestas, determinar la capacidad portante, calcular aproximadamente el peso de las edificaciones existentes, etc.

2.2.3. Artículos relacionados con el tema

Jeong, Kim, Park, & Kim. (2018) investigaron numéricamente los efectos de la infiltración de precipitaciones y la histéresis sobre el asentamiento de cimientos poco profundos en suelos insaturados. Las soluciones numéricas se verificaron con datos experimentales. Las intensidades de lluvia y la posición de la capa freática, factores que contribuyen a un asentamiento adicional de

cimientos superficiales, se investigaron a través de una serie de estudios paramétricos. El efecto de la histéresis sobre el comportamiento de asentamiento de cimentaciones superficiales se consideró mediante la incorporación de curvas características histeréticas suelo-agua (SWCC) que se obtuvieron del laboratorio. Se obtuvo una concordancia razonablemente buena de la respuesta carga-asentamiento y la distribución de succión matricial entre los resultados del análisis numérico y las mediciones de campo.

Llegaron a la conclusión de que el asentamiento de cimentaciones superficiales en suelos insaturados se vio significativamente influenciado por la intensidad de las lluvias. La reducción de la succión matricial debido a la infiltración de lluvia indujo el asentamiento adicional de cimientos poco profundos. Las variaciones en la posición de la capa freática cerca de la superficie del suelo durante las lluvias también afectaron el comportamiento de asentamiento de cimientos poco profundos. Meza (2012) comenta en las consideraciones finales de su artículo que, en países ubicados en zonas tropicales como Colombia, y específicamente en el departamento de Antioquia, se hace necesario que problemas geotécnicos como la estabilidad de taludes y laderas, empujes laterales sobre estructuras de contención, conformación de terraplenes y presas de tierra, se aborden desde la óptica de la Mecánica de Suelos "Parcialmente Saturados". Jeong et al (2018) también indican que los asentamientos se deben tratar con los principios de la mecánica de suelos insaturados.

Ante tales recomendaciones este artículo queda relacionado con el presente estudio para considerar el efecto de las precipitaciones en los asentamientos de las cimentaciones poco profundas de la ciudad de Oxapampa.

Zeybek, Madabhushi & Loizos (2020) estudian los suelos parcialmente saturados inducidos debajo de cimientos poco profundos con el objetivo de mostrar los cambios en el comportamiento del suelo y los mecanismos de deformación que generan asentamientos durante los movimientos secuenciales del suelo. Para los ensayos usaron modelos de arena parcialmente saturados y poco empaquetados, preparados con técnica de inyección de aire y los compararon con los resultados de los mismos ensayos,

pero con suelos de arena saturada. Se realizaron cuatro experimentos de centrifugación, que reflejan las características esenciales del comportamiento de la arena y la base bajo sucesivos movimientos del suelo. Cada experimento consistió en el diseño de modelos de cimentaciones, preparación de modelos de arena seca y saturada. Dos experimentos de centrifugación involucraron una fase adicional: mitigación de la licuefacción por saturación parcial inducida. Dentro de los hallazgos, la prueba indicó que los cimientos poco profundos que descansaban sobre modelos saturados de arena suelta sufrieron asentamientos excesivos con cada evento, produciendo una gran incrustación de la fundación. Sin embargo, se registraron asentamientos mucho más pequeños para terrenos parcialmente saturados, y el nivel de la incrustación de la fundación permaneció limitado en este caso.

Este estudio se relaciona con la presente investigación, a la hora de usar arena saturada en los ensayos ya que la ciudad de Oxapampa suele presentar niveles freáticos altos, sobre todo en épocas de precipitaciones pluviales máximas, y suelo arenoso.

También va a servir a la hora de presentar soluciones al problema presentado, ya que propone la técnica de mejorar el suelo a través de la saturación parcial inducida para mitigar los efectos de la licuación del suelo, fenómeno que puede ser la principal causa de los problemas de inseguridad de las edificaciones de la zona de estudio.

García-Torres & Gopal (2019) señalan que los drenajes verticales en el suelo debajo de las estructuras requieren más investigación y realizaron ese artículo con el objetivo de evaluar el desempeño de una disposición de drenajes verticales por debajo de cimentaciones poco profundas a través de ensayos de centrifugadoras dinámicas. Analizaron el comportamiento de los drenajes en términos de las presiones excesivas de poros generadas durante el terremoto y la posterior disipación postsísmica, el asentamiento de la cimentación y su respuesta dinámica. Utilizaron suelo arenoso suelto y los cimientos fueron representados por bloques rectangulares de material de latón, con un área de sección transversal de 60 mm x 60 mm y una altura de 35 mm y se realizó una serie de pruebas de centrifugación dinámica utilizando una escala 1:50 para evaluar el comportamiento de los desagües verticales en el suelo debajo

de cimientos poco profundos, los terremotos se generaron mediante el actuador servohidráulico (Madabhushi ,2014). La caja laminar (Brennan et al, 2006) se utilizó como contenedor de suelo y se colocaron transductores de presión de poros junto con acelerómetros a dos profundidades diferentes en el suelo. Después del vertido de arena, se desarrolló el modelo de saturación empleando el sistema *Schofeld Cam Sat System* (Stringer & Madabhushi 2009) y una solución de hidropilmetilcelulosa (HPMC) para aumentar la viscosidad en el fluido. En la investigación concluyeron que la eficacia de los desagües verticales a menudo está relacionada con la reducción del asentamiento estructural. Eso se logra reduciendo la magnitud y el tiempo durante el cual persisten las presiones de poro más altas. En ese artículo, el grupo de drenaje estudiado se desempeñó bien desde ese punto de vista. Sin embargo, la presencia de drenajes también actuó como un refuerzo de cizallamiento del suelo licuado, lo que a su vez debería conducir a una reducción de los asentamientos estructurales. Ese aspecto funcionó menos adecuadamente en ese estudio, ya que los desagües se construyeron antes de aplicar alta gravedad en la centrífuga.

Ese estudio está ligado al presente proyecto de tesis en la manera como la técnica que usan reduce las elevadas presiones de poro en exceso y colabora en la mitigación de la licuación de suelo. Sin embargo, tuvo puntos débiles ya que tener tantos drenajes verticales no garantiza una reducción completa del asentamiento (García-Torres & Gopal, 2019).

Pero de todas maneras servirá para las propuestas de solución que se plantearán en la tesis.

Sufyan & Sunita (2021) sostienen que el contenido de arcilla, el límite líquido y el contenido de agua se consideran parámetros clave que ayudan en la evaluación de la licuefacción. También que hay una amplia gama de parámetros que afectan significativamente el comportamiento de licuefacción del suelo arcilloso. Pero las diferencias en el rango del índice de plasticidad conducen a confusión y percepción errónea en la determinación de la susceptibilidad a la licuefacción del suelo de grano fino. Y concluyen que la plasticidad es uno de los criterios significativos que dibuja una clara línea diferenciadora entre yacimientos de suelos licuables y no licuables.

La investigación de Sufyan & Sunita servirá para determinar que zonas del suelo en estudio son licuables o no licuables ya que el suelo de Oxapampa es arcilloso. También porque ellos consideran que el contenido de agua es un parámetro clave para evaluar la licuefacción; algo que también existe en el área del presente estudio. El nivel freático en Oxapampa suele estar a 1.5 m de profundidad.

En el estudio experimental de Zhang & Chen (2018) se han centrado en entender el mecanismo de asentamiento de estructuras con el objetivo de mitigar los asentamientos sísmicos e inclinaciones de estructuras debido a la licuefacción del suelo. Propusieron losas de suelo mejoradas y muros de mezcla de suelo combinado con la disminución de los niveles de agua subterránea. Los experimentos se llevaron a cabo adoptando una prueba de mesa vibratoria de 1 g. Se incluyeron dos densidades de suelo diferentes con cargas uniformes y excéntricas. En combinación con la reducción del nivel freático, se estudiaron y compararon tres losas de suelo diferentes con una longitud de 40, 60 y 80 cm y dos paredes de mezcla diferentes con tierra y plástico. Dentro de los hallazgos se encuentra que las losas de suelo horizontales tienen un buen comportamiento para reducir el asentamiento de estructuras. Por otro lado, las paredes verticales de mezcla de suelo no redujeron el asentamiento de manera efectiva, pero su desempeño podría mejorarse reduciendo los niveles de agua subterránea.

La relación de ese estudio experimental y el proyecto de esta tesis es la reducción de los asentamientos que se desea obtener para la zona de estudio cuando un evento sísmico suceda. Se tomará el estudio de Zhang & Chen (2018) como referencia para las propuestas de solución de esta investigación.

2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1. Licuación de suelo

En suelos granulares y en algunos suelos granulares con finos cohesivos ubicados bajo la Napa Freática, las vibraciones de los sismos pueden generar el fenómeno denominado Licuación, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo, como consecuencia del incremento de la presión de poros que se genera en el agua contenida en sus vacíos. Esta pérdida de resistencia al corte genera la ocurrencia de falla por

asentamiento en las obras apoyadas en estos tipos de suelos y por el desplazamiento lateral de taludes y terraplenes.

Para que un suelo granular sea susceptible de licuar durante un sismo, debe presentar simultáneamente las características siguientes:

- a) Estar constituido por arena, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores.
- b) Encontrarse sumergido.

Las cimentaciones construidas sobre suelos que se licuan, están sometidas a grandes asentamientos, desplazamiento lateral y falla de la cimentación y de la estructura. Por lo tanto, no está permitido cimentar directamente sobre suelos licuables. La cimentación y los pisos deben apoyarse sobre suelos no licuables o con potencial de licuación baja.

En el caso de mejoramiento del suelo, es obligatorio verificar mediante un adecuado programa de exploración de campo realizando Ensayos de Penetración Estándar SPT.

2.3.2. Nivel Freático

Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia. El indicador de esta variable es la profundidad. Para medirla se usarán estudios de mecánica de suelos realizados por instituciones estatales y por consultoras particulares. En caso falte información, se realizarán excavaciones propias para cubrir las zonas que falten. Como herramienta se usará la NTP 339.162 “Guía Estándar para Caracterización de Suelos para Fines de Diseño de Ingeniería y Construcción”.

La información recogida se usará para realizar uno de los mapas temáticos. Al zonificar la ciudad considerando el nivel freático se podrá visualizar que edificaciones corren mayor riesgo para tener casos de inseguridad en sus cimentaciones.

2.3.3. Cimentaciones superficiales

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho (D_f / B) es menor o igual a cinco (5), siendo D_f la profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

2.3.4. Capacidad de carga según Meyerhof

Meyerhof en 1963 propone la siguiente ecuación de capacidad última de carga:

$$q_u = c'N_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \gamma BN\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

donde

c' = cohesión

q = tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base

γ = peso unitario del suelo

B = ancho de la cimentación (=diámetro para una base circular)

F_{cs} , F_{qs} , $F_{\gamma s}$ = factores de forma

F_{cd} , F_{qd} , $F_{\gamma d}$ = factores de profundidad

F_{ci} , F_{qi} , $F_{\gamma i}$ = factores de inclinación de carga

N_c , N_q , N_γ = factores de capacidad de carga

Según De Beer (1970) los factores de forma se calculan de la siguiente manera:

$$F_{cs} = 1 + BN_q/LN_c$$

$$F_{qs} = 1 + B \tan \Phi' / L$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4B/L$$

Donde L = longitud de la cimentación ($L > B$)

Según Hansen (1970) los factores de profundidad se calculan de la siguiente manera:

$$D_f/B < 1$$

Para $\Phi = 0$

$$F_{cd} = 1 + 0.4D_f/B$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Para $\Phi' > 0$:

$$F_{cd} = F_{qd} - (1 - F_{qd}) / (N_c \tan \Phi')$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \Phi' (1 - \sin \Phi')^2 * (D_f/B)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$Df/B > 1$$

Para $\Phi = 0$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1}(Df/B)$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Para $\Phi' > 0$

$$F_{cd} = F_{qd} - (1 - F_{qd}) / (N \tan \Phi')$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \Phi' (1 - \sin \Phi')^2 \tan^{-1}(Df/B)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Según Meyerhof (1963) los factores de inclinación se calculan de la siguiente manera:

$$F_{ci} = F_{qi} = (1 - \beta^\circ / 90^\circ)^2$$

$F_{\gamma i} = (1 - \beta / \Phi')^2$ donde β = inclinación de la carga sobre la cimentación respecto a la vertical

2.4. Definición de términos básicos

Inseguridad en cimentaciones: Se refiere básicamente a los asentamientos y al debilitamiento del acero en las cimentaciones. Estos dos casos se pueden dar por la baja capacidad portante del suelo, el nivel freático alto y un sismo supuesto.

Precipitaciones pluviales máximas: Estas precipitaciones van a elevar el nivel freático y lo van a colocar en una profundidad poco común. Posiblemente sea el nivel de agua subterránea más alta.

Zonificación de ciudad: Se refiere a zonificar la ciudad considerando el nivel freático y la capacidad portante del suelo. Se graficará la información en mapas temáticos.

Falla en cimentaciones: Se refiere a las grietas que puede tener un cimiento producto del humedecimiento que genera el nivel freático alto y los malos procedimientos constructivos. También se refiere a la pérdida de la sección transversal del acero de cimentación, esto se produce cuando las grietas aumentan de tamaño y el agua del subsuelo ingresa con mayor facilidad.

Asentamientos: Son los asentamientos producidos luego de un evento sísmico que genere licuación de suelo. También pueden ser asentamientos producidos por una sobrecarga del suelo, producido por edificaciones que se construyeron sin planificación y sin un estudio de mecánica de suelos.

2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las Hipótesis

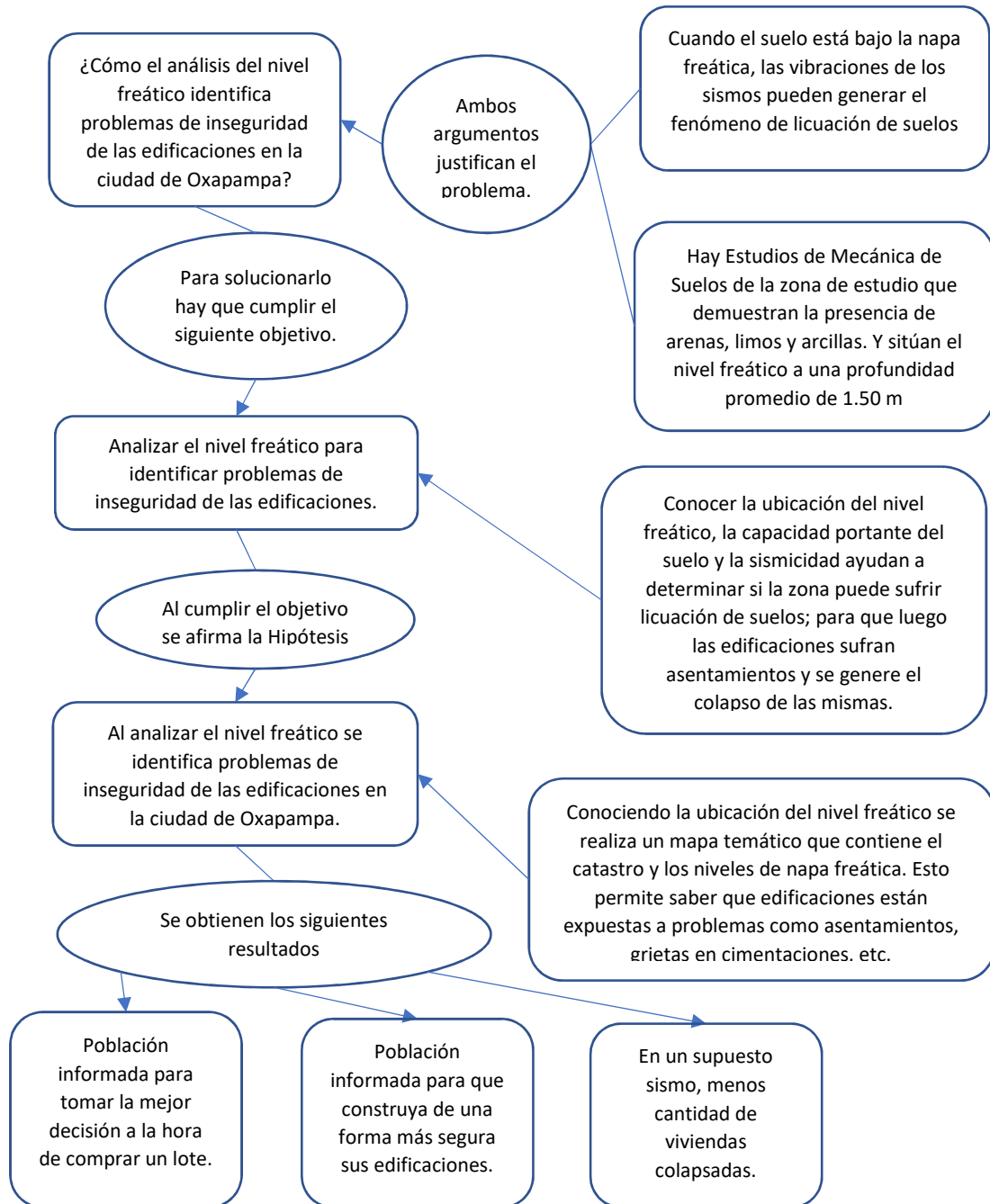


Figura 1: Estructura del proyecto de tesis

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis General

3.1.1. Hipótesis general

Al ubicar el nivel freático se identifica casos de inseguridad en las cimentaciones de las edificaciones en la ciudad de Oxapampa.

3.1.2. Hipótesis específicas

- a. Al establecer la capacidad portante del suelo es posible zonificar la ciudad.
- b. Al determinar las precipitaciones pluviales máximas se demuestra la causa de la elevación del nivel freático.
- c. Al recopilar el historial de sismos se estima la posibilidad de ocurrencia de licuación de suelos.

3.2. Sistema de Variables

3.2.1. Definición conceptual

- a. Nivel Freático: Se refiere a la profundidad del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.
- b. Capacidad portante del suelo: Máximo esfuerzo que la cimentación puede transmitir al terreno sin que el suelo falle por corte.
- c. Precipitaciones pluviales máximas: Caída de precipitaciones líquidas (tormenta) en cantidades máximas. No son usuales.
- d. Sismo: Es el movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un tiempo.
- e. Inseguridad en cimentaciones: Se da en un contexto con factores que perjudican la cimentación de la estructura. Los factores pueden ser: un suelo malo, napa freática elevada, malas prácticas constructivas, un sismo extraordinario, etc.

3.2.2. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA	INSTRUMENTO	HERRAMIENTA
NIVEL FREÁTICO	Se refiere a la profundidad del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia	La parte más importante es el nivel superior, por lo que es necesario medir la profundidad con respecto al nivel de terreno superficial	Suelo	Profundidad	Profundidad	m	Cuantitativa - discreta	Registro de excavación de calicata	Norma Técnica Peruana 339.162
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	Máximo esfuerzo que la cimentación puede transmitir al terreno sin que el suelo falle por corte.	Para calcular esta variable usamos el estudio de mecánica de suelos. También la fórmula de Meyerhof		Capacidad Portante	Resistencia al corte	kg/cm ²	Cuantitativa - discreta	Registro de excavación de calicata	Norma Técnica Peruana 339.162
PRECIPITACIONES PLUVIALES MÁXIMAS	Caida de precipitaciones líquidas (tormenta) en cantidades máximas. No son usuales.	SENAMHI se encarga de medir las precipitaciones de la zona de estudio. Se tiene que considerar los valores máximos. Registro histórico.	-	Precipitación pluvial máxima	Precipitación diaria	mm/día	Cuantitativa - continua	Pluviómetro	Normas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM)
SISMO	Es el movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un tiempo.	La parte a medir es la magnitud e intensidad del sismo mediante la red de sismógrafos ubicados en el país.	Sismo	Magnitud	Magnitud	ML	Cuantitativa - discreta	Sismógrafo	Norma Técnica de la Red Sísmica Nacional
				Intensidad	Intensidad	MM		Escala de Intensidad Mercalli Modificada	
INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES	Se da en un contexto con factores que perjudican la cimentación de la estructura. Los factores pueden ser: un suelo malo, napa freática elevada, malas prácticas constructivas, un sismo extraordinario, etc.	Tanto los asentamientos como las posibles fallas en los cimientos no se podrán medir. Este estudio se basará en las experiencias de observación que han tenido los pobladores e ingenieros de la zona	Cimentaciones	Evidencia de grietas	Testimonios de pobladores	-	Cualitativa	Cuestionario	Norma de albañilería 0.70 Norma de concreto E 0.60 Norma de suelos E 0.50 Guía de Cuestionario

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2: Operacionalización entre nivel freático e inseguridad en cimentaciones

Variable dependiente		Variable independiente	
Inseguridad en cimentaciones		Nivel freático	
Indicadores	Índices	Indicadores	Índices
Evidencia de grietas	Testimonios de pobladores	Profundidad	Profundidad

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Operacionalización entre sismo e inseguridad en cimentaciones

Variable dependiente		Variable independiente	
Inseguridad en cimentaciones		Sismo	
Indicadores	Índices	Indicadores	Índices
Evidencia de grietas	Testimonios de pobladores	Magnitud	Magnitud

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4: Operacionalización entre capacidad portante e inseguridad en cimentaciones

Variable dependiente		Variable independiente	
Inseguridad en cimentaciones		Capacidad portante	
Indicadores	Índices	Indicadores	Índices
Evidencia de grietas	Testimonios de pobladores	Capacidad portante	Resistencia al corte

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5: Operacionalización entre precipitaciones pluviales máximas e inseguridad en cimentaciones

Variable dependiente		Variable independiente	
Inseguridad en cimentaciones		Precipitaciones pluviales máximas	
Indicadores	Índices	Indicadores	Índices
Evidencia de grietas	Testimonios de pobladores	Precipitación	Precipitación diaria

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

4.1. Método de la investigación

El método de esta investigación fue deductivo. Fue de orientación aplicada porque se propuso soluciones para un problema ya conocido. Tuvo un enfoque mixto debido a que se procesó datos numéricos y no numéricos. Fue una investigación ambilectiva ya que el autor creó un cuestionario para recolectar información de los pobladores y porque también usó estudios, expedientes de empresas privadas como informes de instituciones del gobierno.

4.2. Tipo de la investigación

La investigación fue de tipo descriptiva porque a través de un cuestionario se supo cómo la población ha construido sus viviendas, si alguna vez han visto la napa freática al momento de la construcción, etc. Fue de tipo explicativa porque hubo un problema que consiste en que la suma de nivel freático alto, baja capacidad portante y malos procedimientos constructivos pueden ser causales de inseguridad en cimentaciones en un evento sísmico que produzca licuación de suelos y/o asentamientos en la ciudad de Oxapampa y en esta tesis se propuso soluciones a dicha problemática.

También fue correlacional porque a mayor sea el grado de sismo en la zona, mayor será el riesgo de sufrir licuación de suelo; además porque a mayor precipitación pluvial mayor es el incremento del nivel freático.

4.3. Nivel de investigación

El estudio tuvo un nivel descriptivo porque se cuantificó la capacidad portante, la profundidad del nivel freático, la magnitud de un sismo probable, la cantidad de edificios con más de 4 pisos construidos y las precipitaciones pluviales máximas.

4.4. Diseño de la investigación

Esta tesis tuvo un diseño observacional porque no se manejó las variables, también fue transversal porque sólo se obtuvo la información una sola vez. Además, fue prospectiva y retrospectiva. Prospectiva porque se fue a campo a encuestar a los pobladores y se realizó excavaciones para calicatas. Y retrospectiva porque se obtuvo información de informes de empresas privadas, estudios de instituciones del estado y expedientes técnicos pasados.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Viene a ser las edificaciones de la zona urbana de la ciudad de Oxapampa.

Tabla 6: Población de Oxapampa al año 2016

2016		
Sector	Descripción	Población (Hab)
I	Oxapampa	2631
II	Oxapampa	3268
III	Oxapampa	2678
IV	Oxapampa	2105
Total		10682

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa (2016)

Tabla 7: Población de Oxapampa al año 2026

2026		
Sector	Descripción	Población (Hab)
I	Oxapampa	3087
II	Oxapampa	3834
III	Oxapampa	3143
IV	Oxapampa	2471
Total		12535

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa (2016)

Al dividir las 12535 personas entre 4 (hab/lote), da como resultado 2507 lotes aproximadamente para el año 2026.

4.5.2. Muestra

- a. Criterios de inclusión: Edificaciones que se encuentran fundadas en suelos arenosos, limosos y arcillosos; con presencia de nivel freático a 1.50 m de profundidad aproximadamente y capacidad portante menor a 2kg/cm^2 . Construcciones de más de 4 pisos.
- b. Criterios de exclusión: Edificaciones que estén cimentadas en suelos gravosos, con nivel freático profundo y con capacidad portante mayor a 2kg/cm^2 .

4.6. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

4.6.1. Instrumento de recolección de datos

- a. Cuestionario
- b. Registro de excavación de calicatas
- c. Registro de precipitaciones diarias

4.6.2. Procesamiento de datos

- a. Software ArcGIS
- b. Irfanview 64
- c. App ArcGIS Collector

4.6.3. Herramientas

- a. Norma de suelos E 0.50
- b. Norma de sismos E 0.30
- c. Norma Técnica Peruana 339.162

4.6.4. Presentación de resultados

- a. Planos temáticos
- b. Gráfico de barras
- c. Diagramas porcentuales

4.6.5. Métodos y técnicas

- a. Entrevista
- b. Visitas a campo

4.7. Descripción de procesamiento de análisis

Los datos de capacidad portante calculados y obtenidos de los distintos estudios de mecánica de suelos se usaron para zonificar la ciudad. De igual manera se hizo con los datos de profundidad del nivel freático. La información de napa freática se dividió en dos grupos de acuerdo a la fecha en que fue realizada la calicata; para tener un mapa de nivel freático en época de lluvia y en época de estiaje, y así evaluar cuanto varía la profundidad del mismo. Se comparó la información en época de lluvia con el uso de suelo de los lotes, las alturas de las edificaciones, las evidencias de grietas; para visualizar que edificaciones corren mayor riesgo de fallar en un eventual sismo. En un caso, se verificó si el suelo resiste las cargas o si está cerca al límite de no resistirlas. Con los datos obtenidos del cuestionario se pudo realizar gráficos estadísticos que describen la realidad de la población.

CAPÍTULO 5: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Presentación de los resultados

5.1.1. Validez del instrumento

El cuestionario tuvo como objeto conocer la manera de construcción de la población, los problemas que ellos experimentaron, la profundidad de agua que ellos encontraron y evidencias de grietas.

En la tabla 8 se presenta a los profesionales que calificaron el instrumento y sus perfiles profesionales, todos son ingenieros que conocen y trabajan en la zona de estudio.

Tabla 8: Perfil profesional de los expertos

Expertos	Perfil profesional
Alex Antonio Carhuanca Cauto, Ingeniero Civil	Especialista en obras civiles, infraestructura, carreteras, edificaciones, Consultor, Proyectista y Ejecutor, con experiencia en estructuras y diseños de sistemas inteligentes, experiencia en Docencia Universitaria.
Jefferson Gómez Rosales, Ingeniero Civil	Especialización en Elaboración de Expediente Técnicos y liquidaciones de obra. Especialista en Infraestructura pública de la Municipalidad Provincial de Oxapampa. Formulador de proyectos de inversión pública.
Giancarlo José Pérez Taype, Ingeniero Civil	Ing. Civil de la Universidad San Martín de Porres, con experiencia en infraestructura, construcción e implementación del Sistema de Mantenimiento Vial (SMV)

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 9 se presenta las calificaciones de los expertos luego de que se levantó las observaciones para el cuestionario. Se corrigió los términos a usar, en lugar de un lenguaje técnico se cambió por uno más conocido por la población; se reformuló las preguntas para no dejar respuestas libres por parte de los encuestados y así poder cuantificar las respuestas. Se comparte las

observaciones planteadas por los expertos para que en un futuro otros investigadores no cometan los mismos errores.

Tabla 9: Nivel de validez del cuestionario.

Expertos	%
Experto 1: Alex Antonio Carhuanca Cauto, Ingeniero Civil	72.70
Experto 2: Jefferson Gómez Rosales, Ingeniero Civil	84.90
Experto 3: Giancarlo José Pérez Taype, Ingeniero Civil	86.00
Promedio	81.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Valores del nivel de validez del cuestionario.

Valores	Niveles de validez
91-100	Excelente
81-90	Muy Bueno
71-80	Bueno
61-70	Regular
51-60	Deficiente

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 10 se aprecia que el cuestionario fue validado con el nivel de Muy Bueno. Ver el Anexo N° 3 para visualizar el instrumento y ver anexo N° 9 para el detalle de la opinión de expertos.

5.1.2. Tamaño de muestra

El cuestionario tuvo como alcance, las viviendas construidas con material de ladrillo y concreto; en la tabla 11 se aprecia que en el año 2017 el número era 1718 entre viviendas y construcciones. Este número fue la base para calcular el tamaño de muestra. Lamentablemente no se pudo conseguir encuestar a una cantidad de gente que permita tener 5% de margen de error. Sólo se pudo realizar el cuestionario a 95 propietarios. Esto paso por varios motivos. Algunos no sabían cómo habían construido su vivienda; otros no se encontraban en casa; unos tenían sus viviendas lejos del ingreso principal, lo que hacía imposible contactarlos porque en Oxapampa las casas no suelen

tener un timbre; otros no tenían entendimiento de los términos de construcción ni tenían un concepto claro de medidas y otros se negaron a responder. Encuestando a 95 personas se obtuvo un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%. En la figura 2 se puede ver que se cubrió la mayoría del área de la zona de estudio.

Tabla 11: Material de construcción predominante en las paredes

Distrito	Ladrillo o bloque de cemento	Piedra o sillar con cal o cemento	Adobe	Tapia	Quincha	Madera	Triplay / calamina / estera
Pasco, Oxapampa, distrito: Oxapampa	1 718	21	15	1	1	1 107	137

Fuente: INEI, censo 2017.

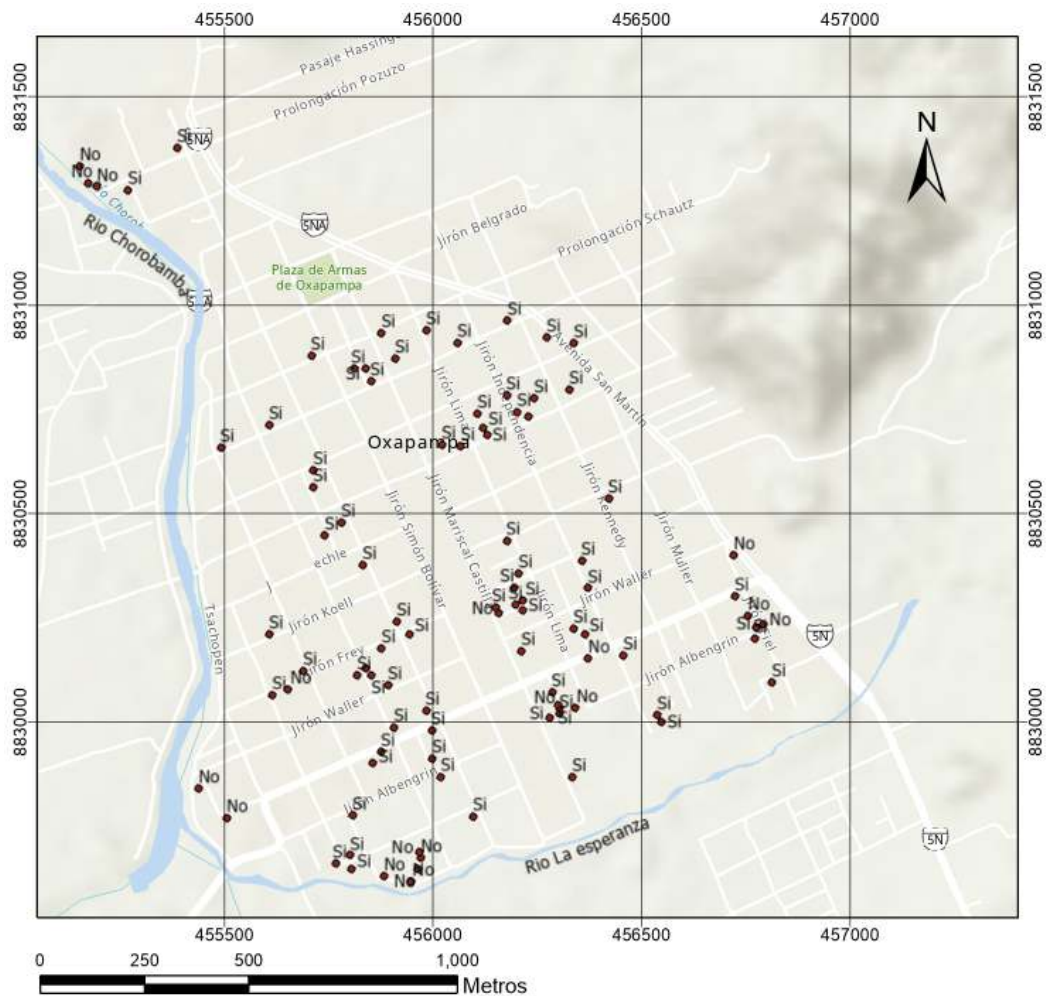


Figura 2: Ubicación de propietarios encuestados

Fuente: Elaboración propia desarrollado con software ArcGIS.

En la figura 2 también se aprecia el resultado de realizar el cuestionario con una aplicación móvil de captura de datos que aparte de facilitar la tarea de toma de datos permite georreferenciar las respuestas para cada pregunta permitiendo un mejor análisis e interpretación de las respuestas. Esto sería mucho más complicado de realizar con la forma tradicional de usar papel y lapicero. Como ejemplo en la Figura 2 se tiene las respuestas a la pregunta de si el propietario ¿Encontró agua subterránea en el momento de hacer la excavación para las cimentaciones? Curiosamente la mayoría de respuestas “No” se dan cerca a los ríos que bordean la ciudad de Oxapampa, la explicación para esto va de la mano con la interpolación de los datos de las calicatas obtenidas de estudios de mecánica de suelos anteriores y las exploraciones realizadas en campo para hallar la profundidad del nivel freático. En las figuras 18 y 19 se visualiza que la zona contigua a los ríos tiene una coloración verde indicativo de que el agua está a una mayor profundidad, sea temporada de lluvias o de estiaje. Esto se da porque la diferencia de cota entre los ríos y el nivel de terreno es entre 3.00 a 5.00 m.

5.1.3. Confiabilidad de instrumento

El instrumento que se usó en esta investigación tiene preguntas cerradas (dicotómicas y politómicas) y preguntas abiertas, por lo que se convierte en un cuestionario mixto. Para elegir el método para determinar la confiabilidad, se ha seguido el ejemplo de 3 investigaciones que tuvieron un cuestionario mixto. Rodríguez (2016) y Ruizdiaz (2016) al tener un instrumento con opciones de respuestas múltiples, calcularon la confiabilidad a través del método de mitades partidas aplicando el coeficiente de Rulon y Cubillán (2016) calculó la confiabilidad a través del método de mitades partidas aplicando el coeficiente de Spearman-Brown.

Para esta investigación se usó un software de análisis estadístico para calcular la confiabilidad aplicando el coeficiente de Spearman-Brown. Ver anexo N° 2 para ver los datos que se usaron para calcular dicho coeficiente.

Se tomó las respuestas de unas 30 personas, se excluyeron a 7 porque no respondieron la totalidad de las preguntas. Ver tabla 12.

Tabla 12: Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	23	76.7
	Excluido ^a	7	23.3
	Total	30	100.0

Fuente: Elaboración propia, desarrollado con SPSS v.26

Estadísticas de fiabilidad			
Alfa de Cronbach	Parte 1	Valor	.084
		N de elementos	5 ^a
	Parte 2	Valor	.412
		N de elementos	4 ^b
	N total de elementos		
Correlación entre formularios			.727
Coeficiente de Spearman-Brown	Longitud igual		.842
	Longitud desigual		.843
Coeficiente de dos mitades de Guttman			.791
<p>a. Los elementos son: 1. ¿Contrató a un ing. Civil o Arquitecto para construir su vivienda/edificación?, 3. ¿Encontró agua en el momento de la excavación?, 5. ¿Tuvo inconvenientes a la hora de retirar el agua subterránea?, 7. ¿Cuál es la profundidad de su cimentación?, 2. ¿Realizó un estudio de suelos previo al diseño de la estructura?.</p> <p>b. Los elementos son: 2. ¿Realizó un estudio de suelos previo al diseño de la estructura?, 4. Si su respuesta anterior es sí, ¿A qué profundidad encontró el agua subterránea?, 6. Si su respuesta anterior fue sí, ¿Cuáles fueron esos inconvenientes?, 8. ¿Qué tipo de cimentación usó?, 10. ¿Su edificación presenta fisuras/rajaduras?.</p>			

Figura 3: Resultados de confiabilidad

Fuente: Elaboración propia, desarrollado con SPSS v.26

En la Figura 3 se observa que el valor del coeficiente de Spearman-Brown fue de 0.842 por lo que el instrumento adquirió el nivel de confiabilidad “muy alto”. Ver tabla 13.

Tabla 13: Interpretación de la magnitud del Coeficiente de Confiabilidad

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Ruiz (2012) y Palella & Martins (2003)

5.1.4. Prueba de normalidad

Al instrumento se le aplicó el test Shapiro-Wilk para estimar si las variables tienen una distribución normal. Ver tabla 14.

Tabla 14: Prueba de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1. ¿Contrató a un ing. Civil o Arquitecto para construir su vivienda/edificación?	.392	23	<.001	.622	23	<.001
2. ¿Realizó un estudio de suelos previo al diseño de la estructura?	.437	23	<.001	.582	23	<.001
3. ¿Encontró agua en el momento de la excavación?	.	23	.	.	23	.
4. Si su respuesta anterior es sí, ¿A qué profundidad encontró el agua subterránea?	.201	23	.017	.919	23	.063
5. ¿Tuvo inconvenientes a la hora de retirar el agua subterránea?	.347	23	<.001	.639	23	<.001
6. Si su respuesta anterior fue sí, ¿Cuáles fueron esos inconvenientes?	.305	23	<.001	.777	23	<.001
7. ¿Cuál es la profundidad de su cimentación?	.209	23	.010	.907	23	.036
8. ¿Qué tipo de cimentación usó?	.525	23	<.001	.324	23	<.001
10. ¿Su edificación presenta fisuras/rajaduras?	.479	23	<.001	.512	23	<.001

Fuente: Elaboración propia, desarrollado con SPSS v.26

De los resultados obtenidos se concluye que sólo la pregunta 4 tiene una distribución normal y que el resto de preguntas al tener un valor de significancia menor a 0.05 no cuenta con una distribución normal.

5.1.5. Grado de asociación de las variables

Tabla 15: Correlación de Pearson

		1. ¿Contrató a un ing. Civil o Arquitecto para construir su vivienda/edificación?	2. ¿Realizó un estudio de suelos previo al diseño de la estructura?	3. ¿Encontró agua en el momento de la excavación?	4. Si su respuesta anterior es sí, ¿A qué profundidad encontró el agua subterránea?	5. ¿Tuvo inconvenientes a la hora de retirar el agua subterránea?	6. Si su respuesta anterior fue sí, ¿Cuáles fueron esos inconvenientes?	7. ¿Cuál es la profundidad de su cimentación?	8. ¿Qué tipo de cimentación usó?	10. ¿Su edificación presenta fisuras/rajaduras?
1. ¿Contrató a un ing. Civil o Arquitecto para construir su vivienda/edificación?	Correlación de Pearson	1	.391*	.000	-.003	.070	-.023	-.278	.195	.223
	Sig. (bilateral)		.032	1.000	.990	.717	.904	.178	.319	.236
	N	30	30	30	25	29	29	25	28	30
2. ¿Realizó un estudio de suelos previo al diseño de la estructura?	Correlación de Pearson	.391*	1	.023	-.118	.221	.160	-.434*	-.180	.398*
	Sig. (bilateral)	.032		.904	.574	.249	.408	.030	.358	.029
	N	30	30	30	25	29	29	25	28	30
3. ¿Encontró agua en el momento de la excavación?	Correlación de Pearson	.000	.023	1	^b	.306	.308	-.070	.073	-.079
	Sig. (bilateral)	1.000	.904		.	.106	.105	.740	.713	.679
	N	30	30	30	25	29	29	25	28	30
4. Si su respuesta anterior es sí, ¿A qué profundidad encontró el agua subterránea?	Correlación de Pearson	-.003	-.118	^b	1	.489*	.398*	.673**	.040	.015
	Sig. (bilateral)	.990	.574	.		.013	.049	<.001	.851	.943
	N	25	25	25	25	25	25	23	25	25
5. ¿Tuvo inconvenientes a la hora de retirar el agua subterránea?	Correlación de Pearson	.070	.221	.306	.489*	1	.810**	.357	-.069	.140
	Sig. (bilateral)	.717	.249	.106	.013		<.001	.080	.728	.470
	N	29	29	29	25	29	29	25	28	29
6. Si su respuesta anterior fue sí, ¿Cuáles fueron esos inconvenientes?	Correlación de Pearson	-.023	.160	.308	.398*	.810**	1	.347	-.082	.018
	Sig. (bilateral)	.904	.408	.105	.049	<.001		.089	.679	.925
	N	29	29	29	25	29	29	25	28	29
7. ¿Cuál es la profundidad de su cimentación?	Correlación de Pearson	-.278	-.434*	-.070	.673**	.357	.347	1	.187	-.012
	Sig. (bilateral)	.178	.030	.740	<.001	.080	.089		.371	.954
	N	25	25	25	23	25	25	25	25	25
8. ¿Qué tipo de cimentación usó?	Correlación de Pearson	.195	-.180	.073	.040	-.069	-.082	.187	1	.289
	Sig. (bilateral)	.319	.358	.713	.851	.728	.679	.371		.136
	N	28	28	28	25	28	28	25	28	28
10. ¿Su edificación presenta fisuras/rajaduras?	Correlación de Pearson	.223	.398*	-.079	.015	.140	.018	-.012	.289	1
	Sig. (bilateral)	.236	.029	.679	.943	.470	.925	.954	.136	
	N	30	30	30	25	29	29	25	28	30

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

b. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

Fuente: Elaboración propia, desarrollado con SPSS v.26

Se encontró una relación entre las variables de profundidad de agua subterránea con profundidad de cimentación. Con un coeficiente de 0.673 y una significancia menor a 0.01. Ver tabla 15.

De los datos analizados se encontró que la mayoría cimentó su vivienda por debajo del nivel freático. Ver tabla 16. El 17.39% de las viviendas está cimentada por encima del nivel freático, otro 17.39% fueron cimentadas al mismo nivel que la napa freática y el 65.22 % de las viviendas están cimentadas por debajo del nivel freático.

Tabla 16: Relación entre 2 variables

Profundidad de Agua	Profundidad de Cimentación
1.50	1.25
1.50	1.50
0.50	1.80
1.00	1.50
1.00	2.00
2.00	1.70
2.00	2.50
1.00	2.50
2.00	1.50
0.80	1.50
2.00	2.50
2.50	3.00
0.50	1.20
1.00	2.00
0.50	1.20
1.00	1.00
1.35	1.50
0.80	1.50
1.25	1.00
2.00	2.50
3.00	3.00
2.00	2.00
1.00	1.20

Fuente: Elaboración propia

5.1.6. Datos de calicatas

Se recopiló estudios de mecánica de suelos de distintos proyectos ejecutados en la ciudad de Oxapampa; con el fin de obtener datos como la profundidad del nivel freático; en algunos casos se pudo encontrar datos de cohesión, ángulo de fricción, peso específico, peso específico saturado y potencial de licuefacción. Además, se realizaron 11 exploraciones de suelo con una retroexcavadora para complementar la información de profundidad de napa freática existente.

En la Figura 4 los puntos negros son las calicatas tomadas de proyectos anteriores mientras que los triángulos rojos representan las calicatas excavadas. Ver anexo N° 4 para mayor detalle de las calicatas.

En la Figura 5 se ubican las calicatas de los que se pudo obtener los parámetros necesarios para calcular la capacidad portante de dichos puntos. Ver anexo N° 5 y 6 para mayor detalle de las calicatas.

En la Figura 6 se encuentran las exploraciones que en proyectos anteriores realizaron ensayos para determinar el potencial de licuación de dichas calicatas.

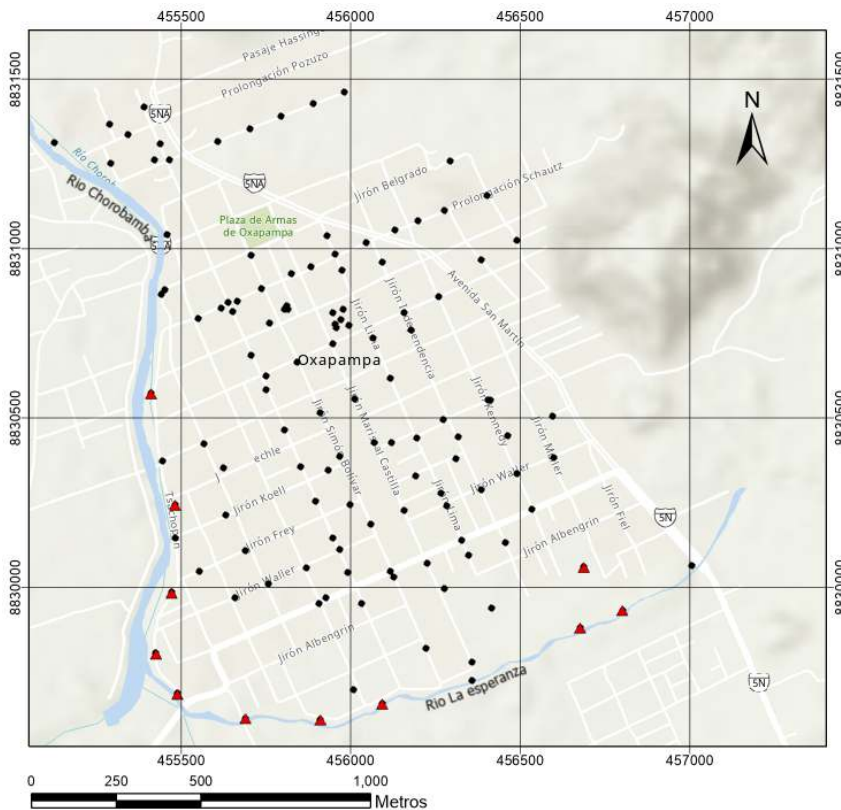


Figura 4: Calicatas con profundidad de nivel freático.

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa, realizado con ArcGIS.

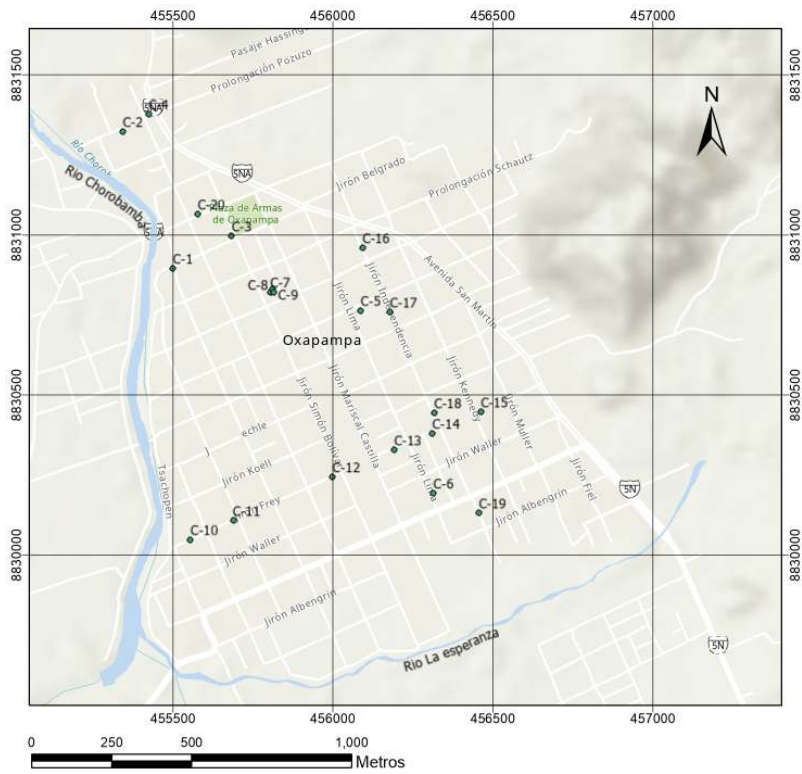


Figura 5: Calicatas con datos de capacidad portante

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa, realizado con ArcGIS

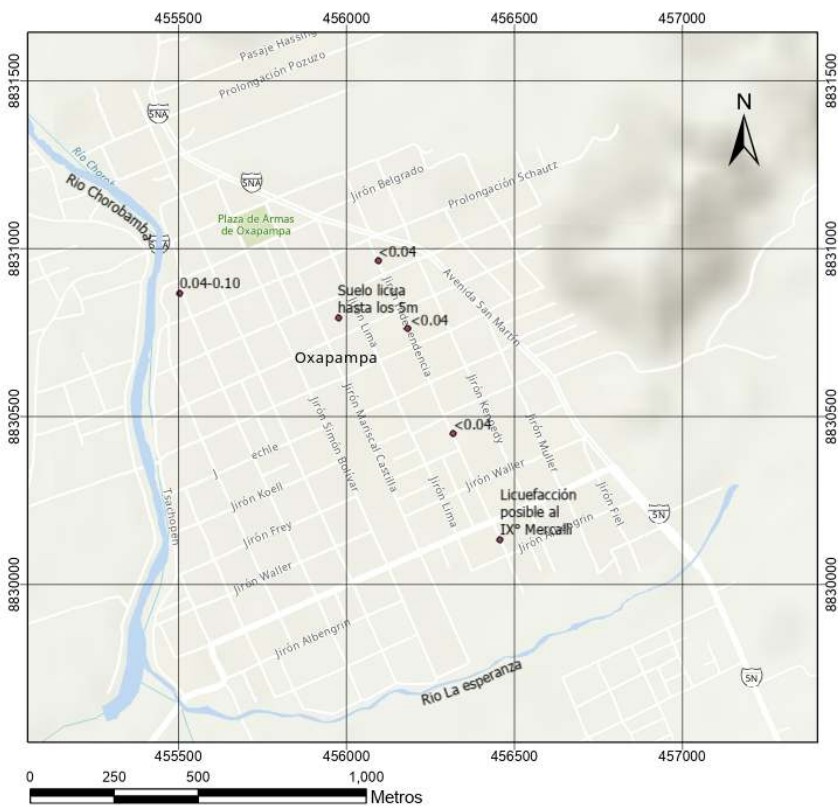


Figura 6: Calicatas con datos de potencial de licuación

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa, realizado con ArcGIS.

5.1.7. Evidencias de daños en estructuras

En la Figura 7 se ubican las evidencias de grietas encontradas en las viviendas. Algunas son en techos, columnas, muros, parapetos, etc. Sólo se han tomado en cuenta grietas de 1 mm de abertura como mínimo.

En R1 se tiene el caso de una rajadura en el techo, la propietaria argumenta que sucedió cuando su vecino empezó a construir su vivienda, ver Figura 8

En R13 se encontró grietas en todos los parapetos de la vivienda. La propietaria argumenta que la pared perimetral posterior se le humedece hasta llegar al 1.5 m de altura, ella cuenta que es por causa del agua subterránea ya que a esa pared no suele caerle agua de lluvia. En esta vivienda hicieron un dren a una profundidad de 0.50 m aproximadamente, ver Figura 9 y 10.

En R14 se tiene el caso de una grieta de un muro perimetral construido en el año 2020. Por la abertura se puede ver hasta el otro lado del muro, ver Figura 11. En R18 se tiene una grieta de columna de esquina de más de 1mm de abertura, ver figura 12.

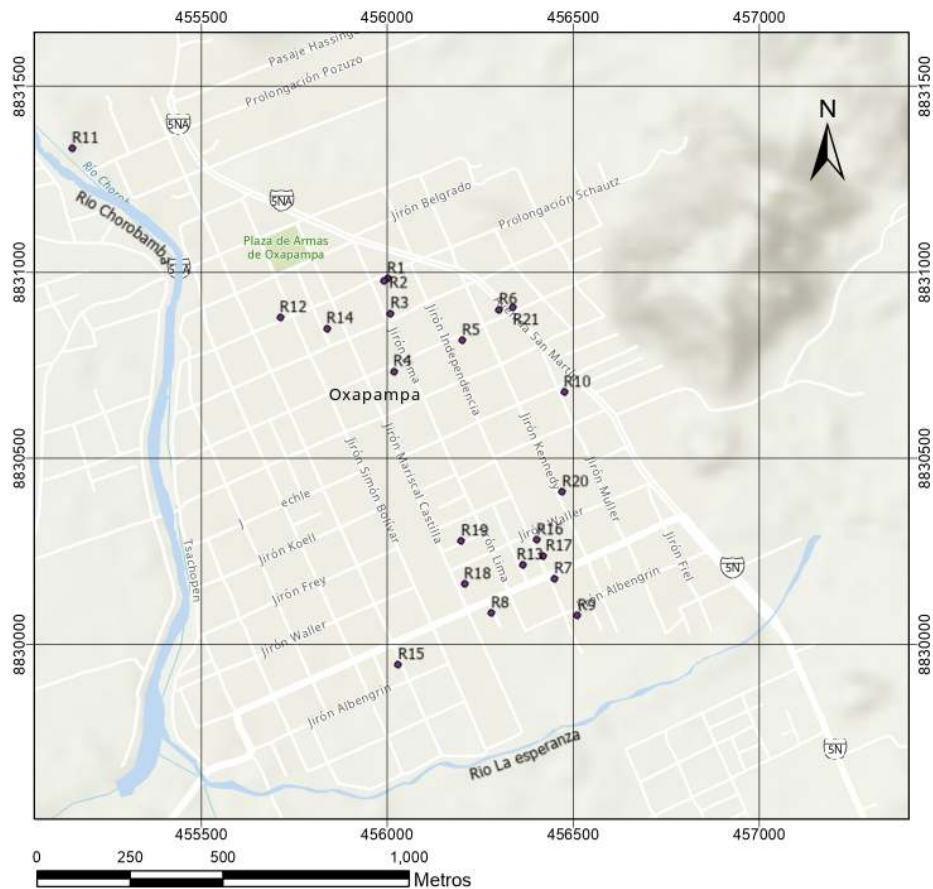


Figura 7: Ubicación de evidencia de daños en viviendas

Fuente: Elaboración propia desarrollado con programa ArcGIS



Figura 8: Rajadura de techo de R1.

Fuente: Elaboración propia, tomada en vivienda.



Figura 9: Grieta de parapetos de R13

Fuente: Elaboración propia, tomada en vivienda



Figura 10: Dren de vivienda R13

Fuente: Elaboración propia, tomada en vivienda



Figura 11: Rajadura de muro perimetral en R14

Fuente: Elaboración propia, tomada en vivienda



Figura 12: Grieta de columna en R18

Fuente: Elaboración propia, tomada en vivienda

5.1.8. Uso de suelo

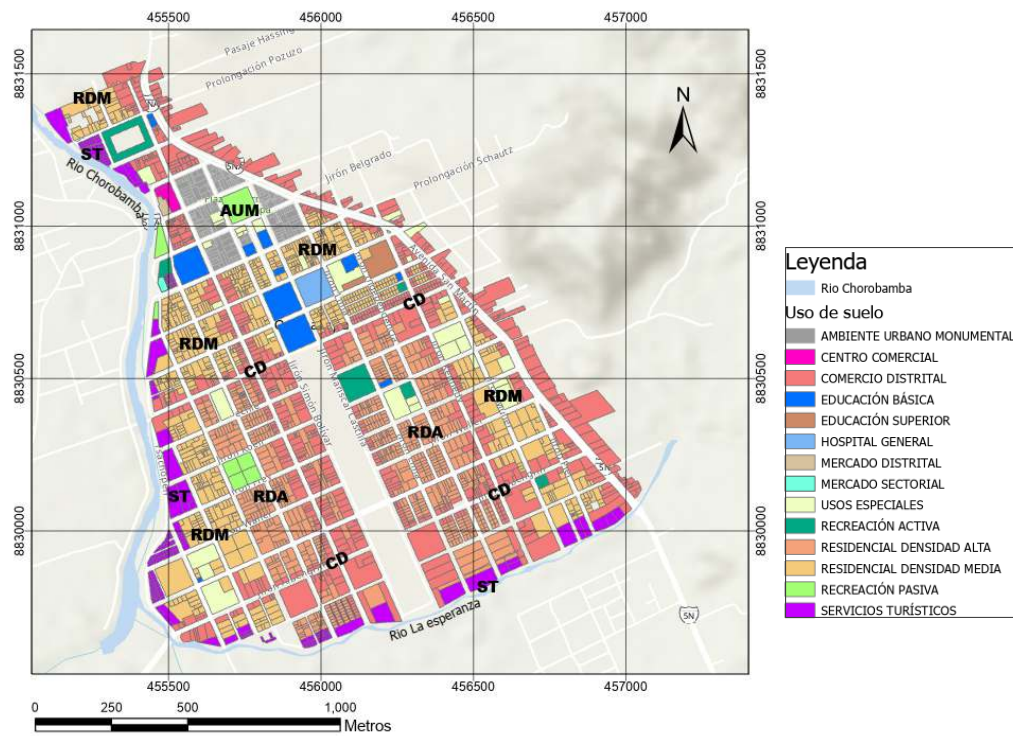


Figura 13: Zonificación por uso de suelos

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa, realizado con ArcGIS

Con la ayuda de la Municipalidad Provincial de Oxapampa se pudo obtener la información de uso de suelo la cual se muestra en la Figura 13; con el fin de conocer que uso se le da al suelo que tiene una napa freática poco profunda.

5.1.9. Altura de edificaciones

Se actualizó las alturas de las edificaciones. Y se observó construcciones de hasta 6 pisos. Usando albañilería confinada y pórticos de concreto como sistema de construcción. Las construcciones de madera no se tomaron en cuenta en este estudio. En la Figura 14 se visualiza que cerca de la plaza de armas de la ciudad (Norte de Oxapampa) hay una concentración de edificaciones de más de 4 pisos. Y está comenzando a haber otra en el lado sur-oeste de la ciudad.

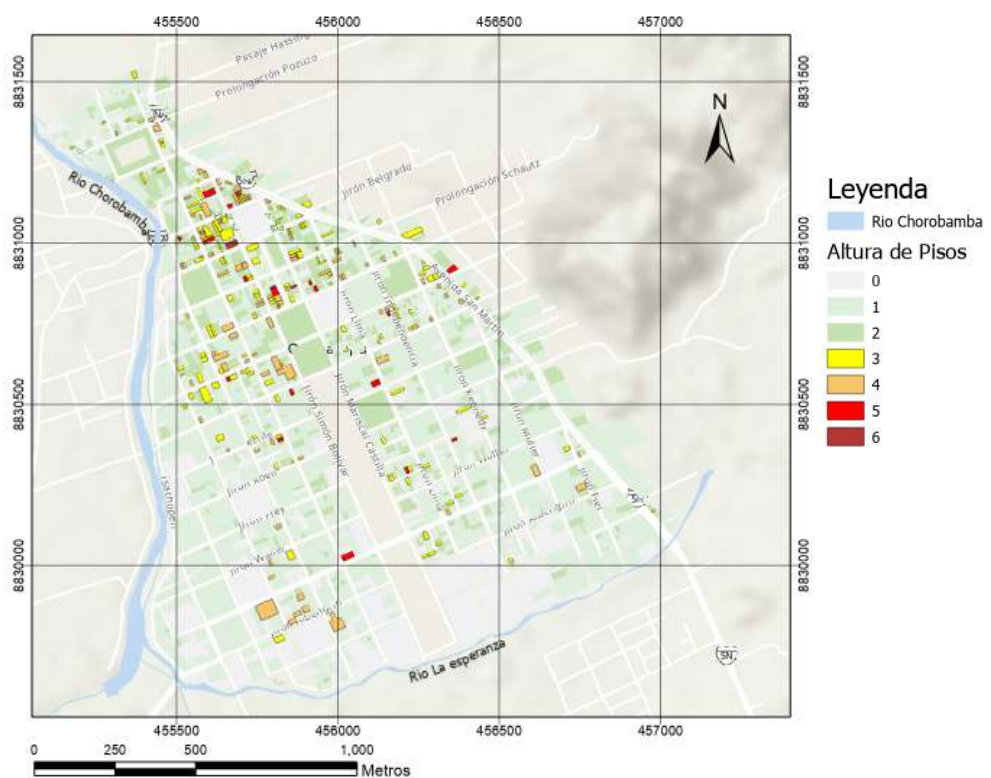


Figura 14: Altura de edificaciones

Fuente: Elaboración propia, desarrollado con software ArcGIS

5.1.10. Sismos

Se tomó como base la norma E 0.30 – Diseño sismo resistente para hallar los valores de cortante basal para una vivienda típica, que tiene 3 pisos construidos, de 2.80 m de altura por piso, de albañilería confinada como sistema constructivo.

- a. Zonificación: Zona 2
Factor de zona = 0.25
- b. Condiciones Geotécnicas: Tipo S₃ – Suelo Blando
En Sotelo & Asociados (2017) mediante ensayos de medición de ondas de superficie en arreglo Multicanal determinaron las velocidades de ondas de corte (Vs) para una profundidad de 30 m. A la profundidad de 1.00 a 3.50 m la velocidad Vs varió entre 112 a 116 m/s, clasificando el material como suelo blando. La población en general construye sus cimientos a no más de 3.00 m de profundidad.
- c. Parámetros de sitio: Considerando Z₂ y S₃
Factor de suelo S = 1.40
Período T_p = 1.0
Período T_L = 1.6
- d. Período Fundamental de Vibración: Para h_n = 8.40 m y C_T = 60

$$T = \frac{h_n}{C_T} = 0.14$$

- e. Factor de amplificación sísmica: T < T_p
C = 2.5
- f. Factor de uso: Edificaciones comunes
Factor U = 1.0
- g. Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas R_o
Albañilería confinada = 3
- h. Fuerza cortante en la base V

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} \times P = 0.292 P$$

A pesar de no ser una zona sísmica activa, es necesario conocer su historial, por eso se ha recopilado los sismos de mayor magnitud (5.5 – 6.6 Mw) que se han producido en la provincia de Oxapampa, ver figuras 15 y 16. Desde 1960 el 2do y 3er sismo de mayor magnitud (6.2 Mw) se produjo en 2014 y 2017.

Sismos instrumentales ocurridos después de 1960:

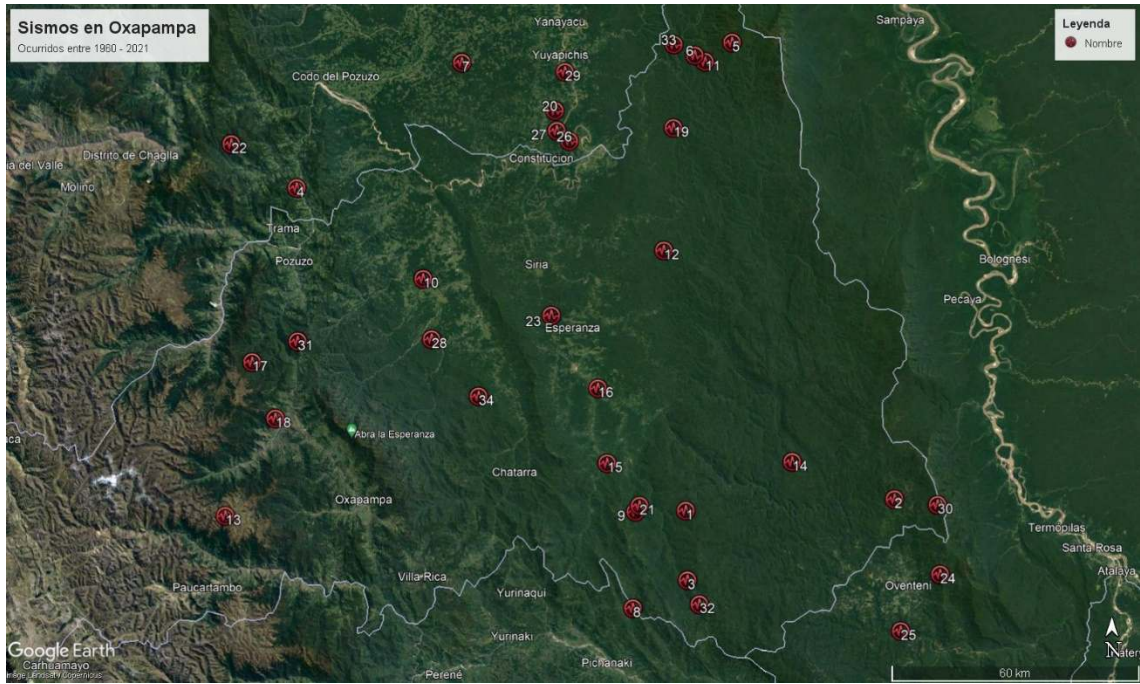


Figura 15: Epicentros de sismos en Oxapampa

Fuente: CENSIS – IGP, desarrollado con Google Earth.

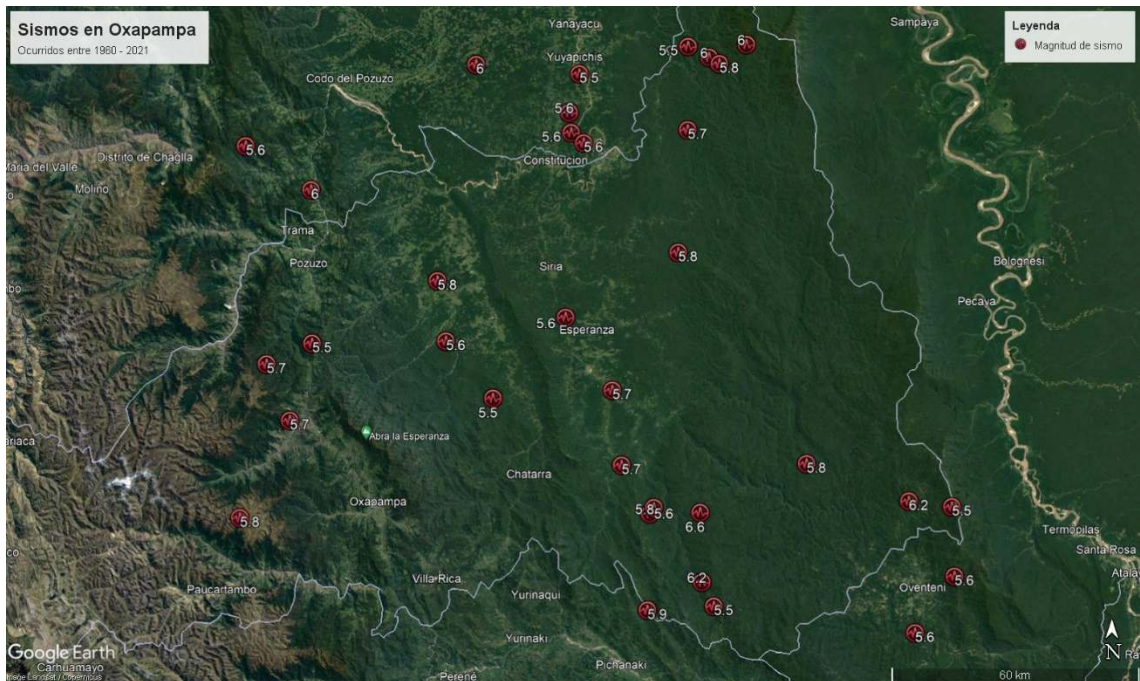


Figura 16: Magnitud de sismos en Oxapampa

Fuente: CENSIS – IGP, desarrollado con Google Earth.

Para conocer la profundidad y la fecha de los sismos presentados ver Anexo N° 7

5.2. Análisis de los resultados

5.2.1. Nivel Freático

Mediante el software ArcGIS PRO usando el comando *kriging* se interpoló los puntos con la información del nivel freático para zonificar la ciudad de Oxapampa, y así saber que edificaciones tienen mayor probabilidad de sufrir daños.

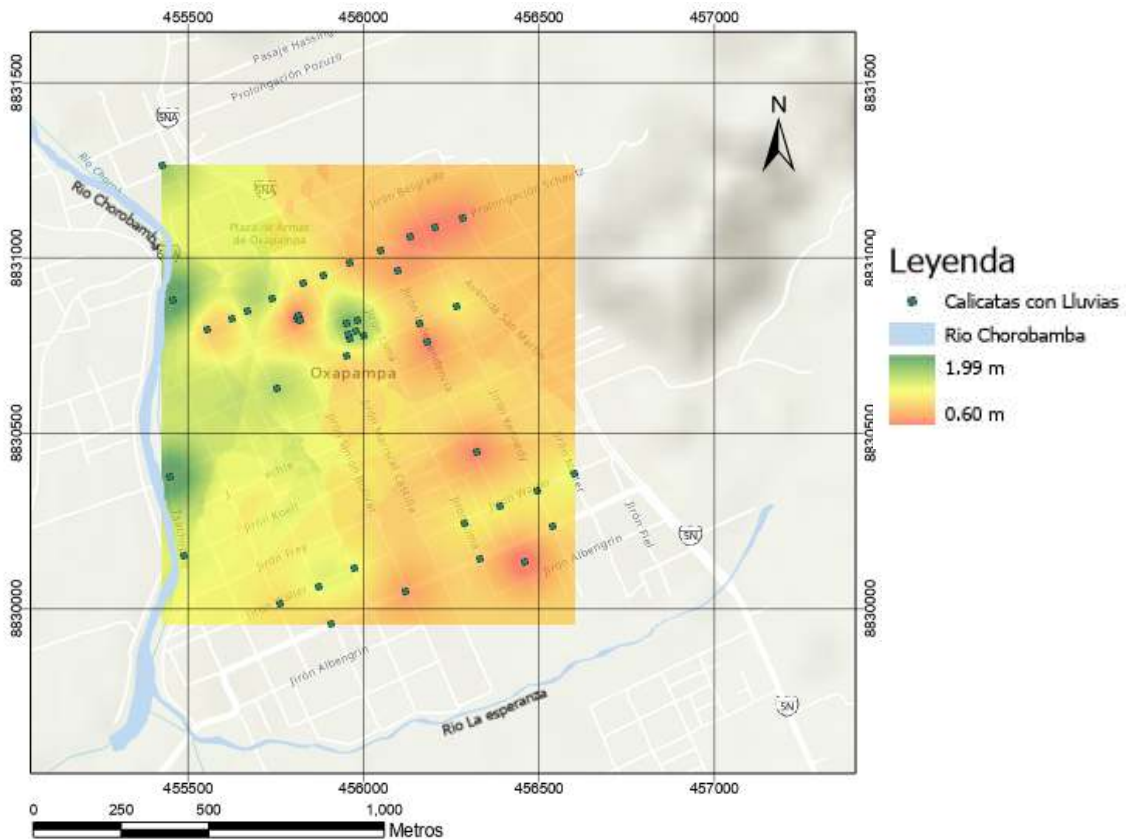


Figura 17: Interpolación de nivel freático en época de lluvia

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa, realizado con ArcGIS.

Para lograr esto se dividió la data en 2 grupos: Excavadas en épocas de lluvia y excavadas en época de estiaje. Las de época lluviosa se excavaron entre los meses de enero a julio, ver figura 17. Mientras que las de época de estiaje fueron excavadas entre agosto a diciembre, ver figura 18. Cuando es temporada de lluvias el nivel freático cerca al malecón del río Chorobamba llega a tener una profundidad de 2.00 m, mientras que en época de estiaje la profundidad de la napa freática puede llegar a tener entre 3.00 a 5.00 m. En la zona del centro de la ciudad no se observa tanta variación en el nivel freático, sea temporada de lluvias o no. Esto se puede comprobar con dos

excavaciones de zapata (C-96 y C-107, ver figura 19) que se encontraron en setiembre de 2021 donde la profundidad del agua se encontró entre 1.30 y 1.60 m respectivamente.

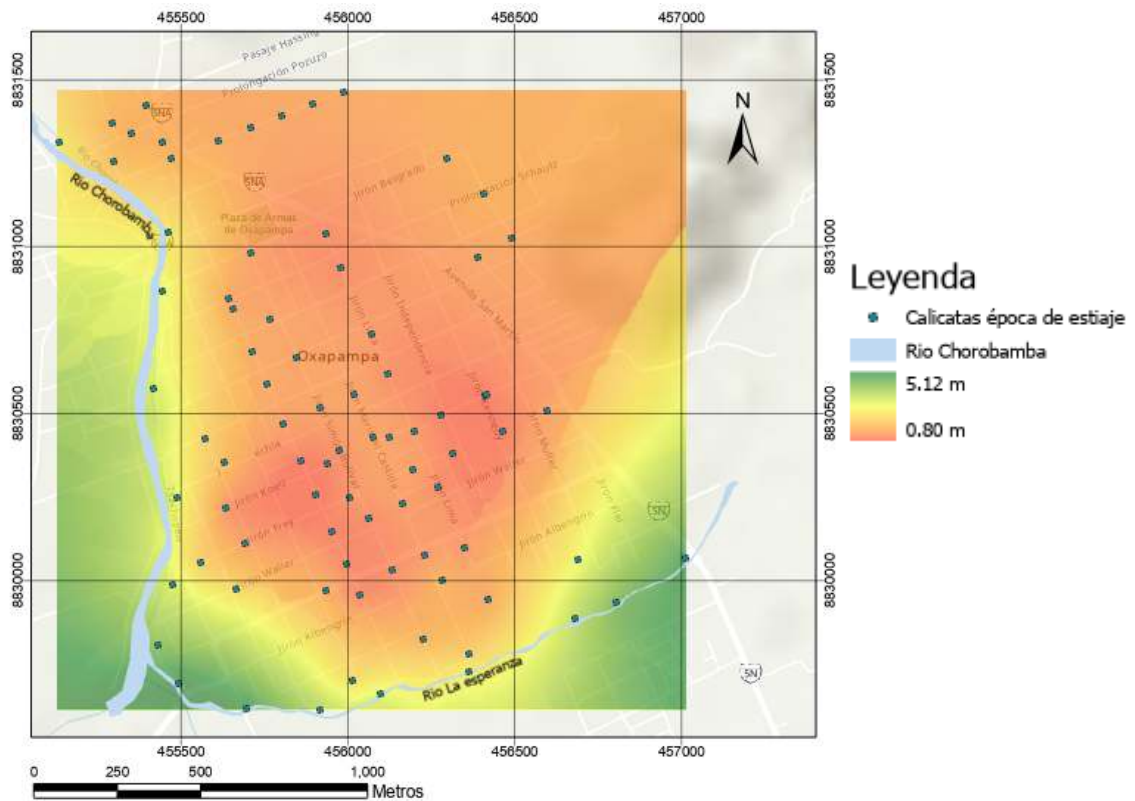


Figura 18: Interpolación de nivel freático en época de estiaje.

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa, realizado con ArcGIS.



Figura 19: Calicata C-96 y C-107

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Capacidad Portante

De la misma manera se interpoló los puntos que contienen la información de capacidad portante con la finalidad de proporcionar una zonificación y para verificar si hay una variación. En el año 2011 INDECI realizó un mapa similar, ver figura 21.

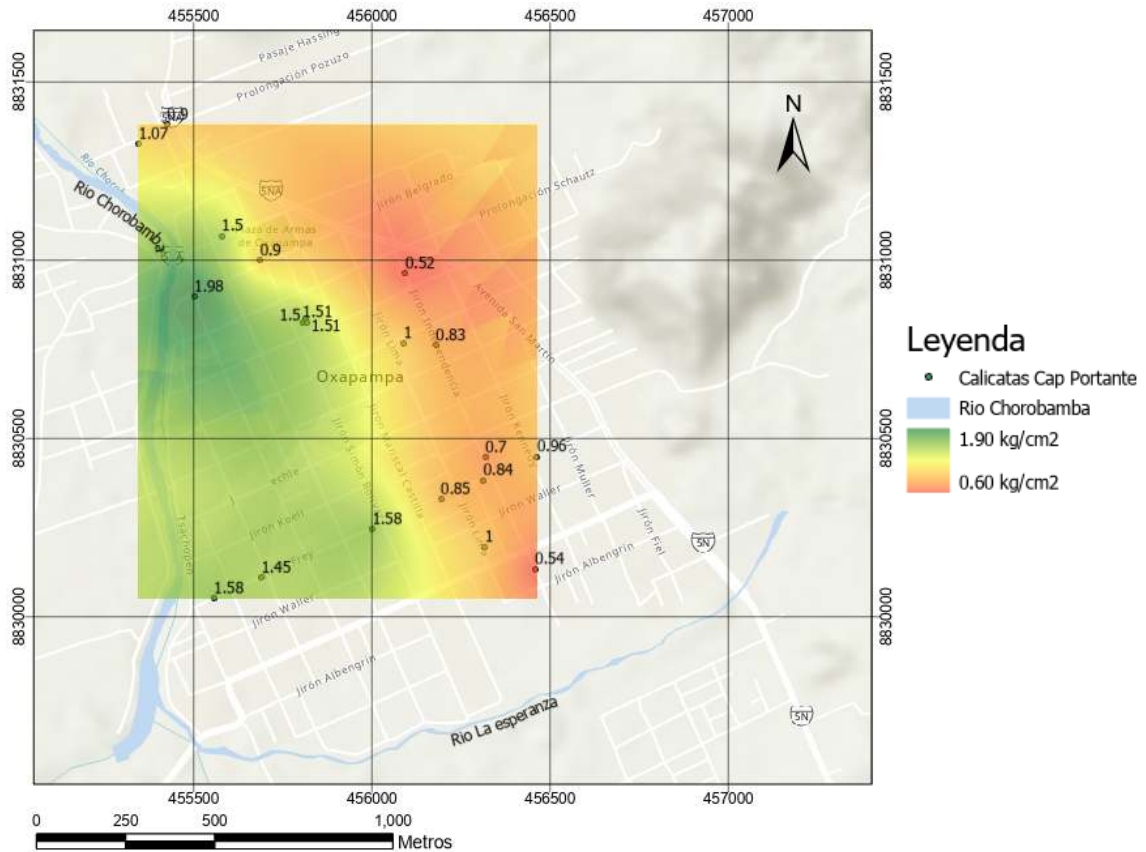


Figura 20: Zonificación por capacidad portante

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa, realizado con ArcGIS.

Para comparar los resultados con los del informe de INDECI se usó la fórmula de Meyerhof ya que fue la misma que se utilizó en dicho estudio. La profundidad de cimentación se estableció en 2.00 m, ya que la mayoría de la población cimenta sus viviendas a una profundidad entre 1.50 a 2.00 m.

La zonificación varía un poco; en la zona Este de la zona de estudio, la capacidad de soporte del suelo es menor a 1 kg/cm², ver figura 20. No se pudo precisar el porqué de la diferencia porque no se pudo obtener los parámetros con que se hicieron los cálculos para desarrollar el mapa de INDECI. Dicha zona tiene el nivel freático más superficial y la capacidad portante más baja.

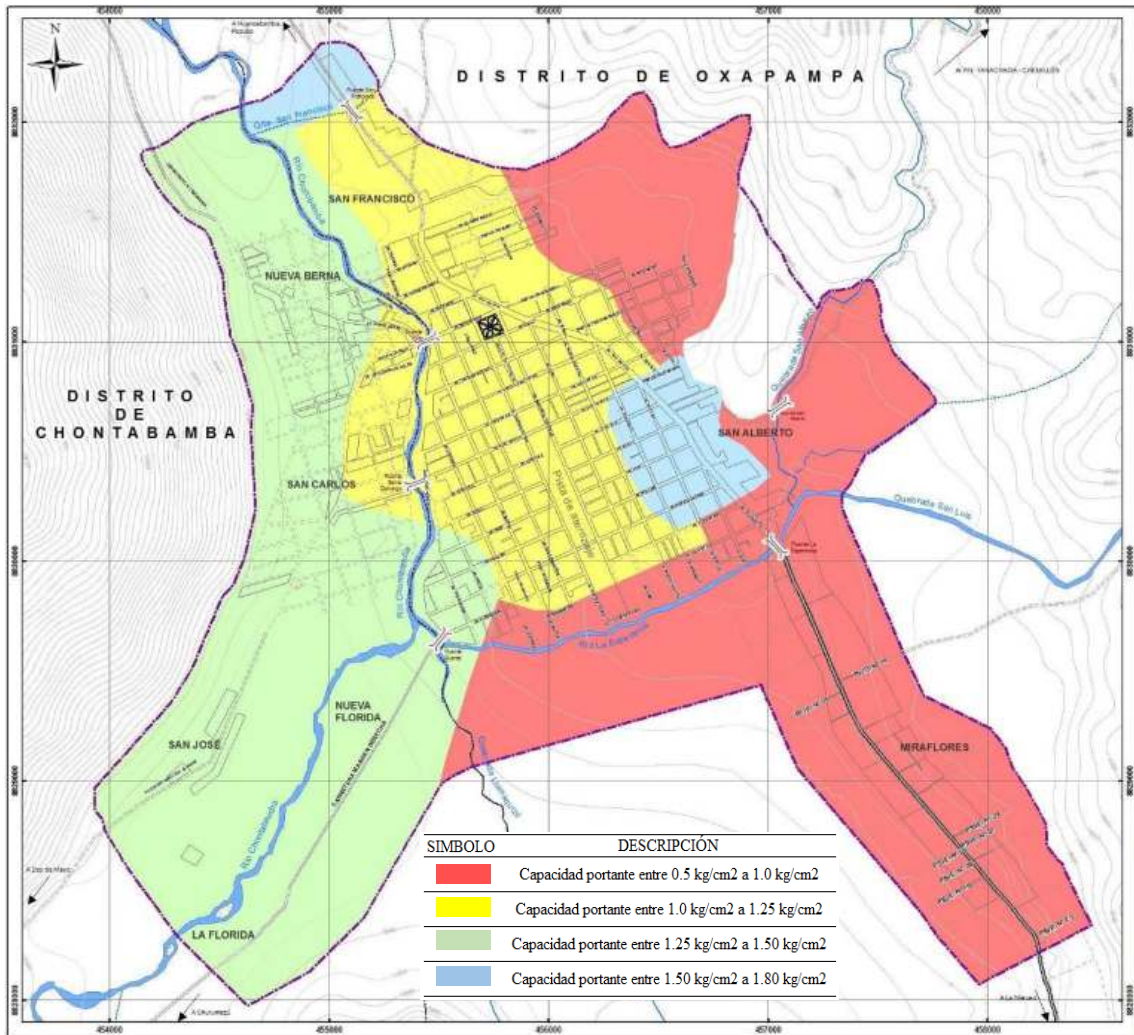


Figura 21: Capacidad portante de los suelos de cimentación

Fuente: INDECI (2011)

5.2.3. Evidencias de daño a estructuras

Se hizo un recorrido por la zona de estudio para encontrar evidencia de daños en las edificaciones. Se encontró grietas en techo, muros, columnas y parapetos. La Figura 22 presenta la zonificación del nivel freático en época de lluvia y la ubicación de las evidencias de grietas, para ver si hay una relación entre los daños y el nivel freático alto.

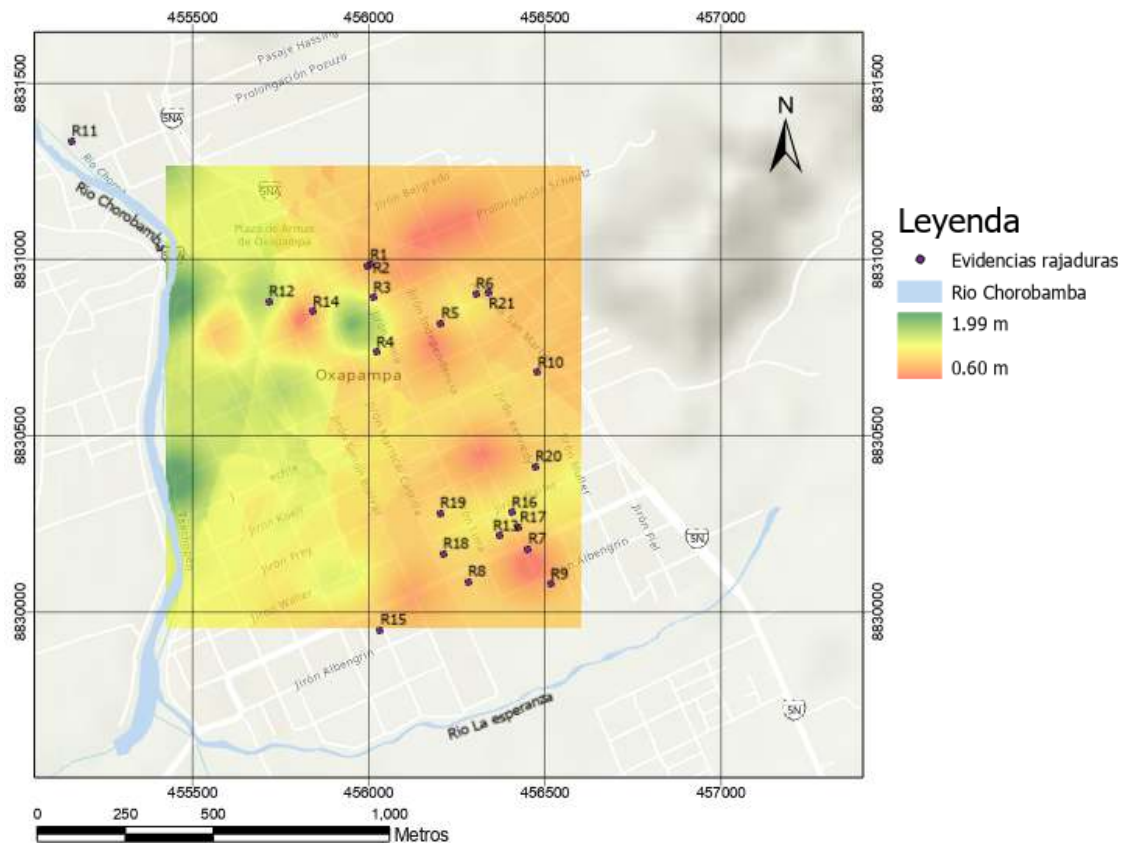


Figura 22: Grietas y nivel freático en época de lluvia

Fuente: Elaboración propia, desarrollado con software ArcGIS.

Si bien es cierto no se pudo obtener las causas exactas de los daños en las estructuras, coincide la ubicación de las grietas con mayor abertura con las zonas donde el nivel freático es poco profundo. Cuando se conversó con las personas al hacer el cuestionario, muchas de ellas contaron que cuando pasa un volquete cargado las casas tiemblan de tal manera que parece un sismo leve. En la figura 23 se presenta las respuestas de las personas georreferenciadas respondiendo si sus viviendas tienen grietas; 15 de 95 personas que respondieron Sí, de las cuales 8 se encuentran al Este y 7 por el resto del área de estudio. Pero las que están al Este tienen una cercanía mayor entre propietarios que tienen grietas, dando una apariencia de mayor concentración y coincidiendo con la zona de napa freática alta. Las 7 personas que tienen grietas y que se encuentran en el resto del distrito están más dispersas.

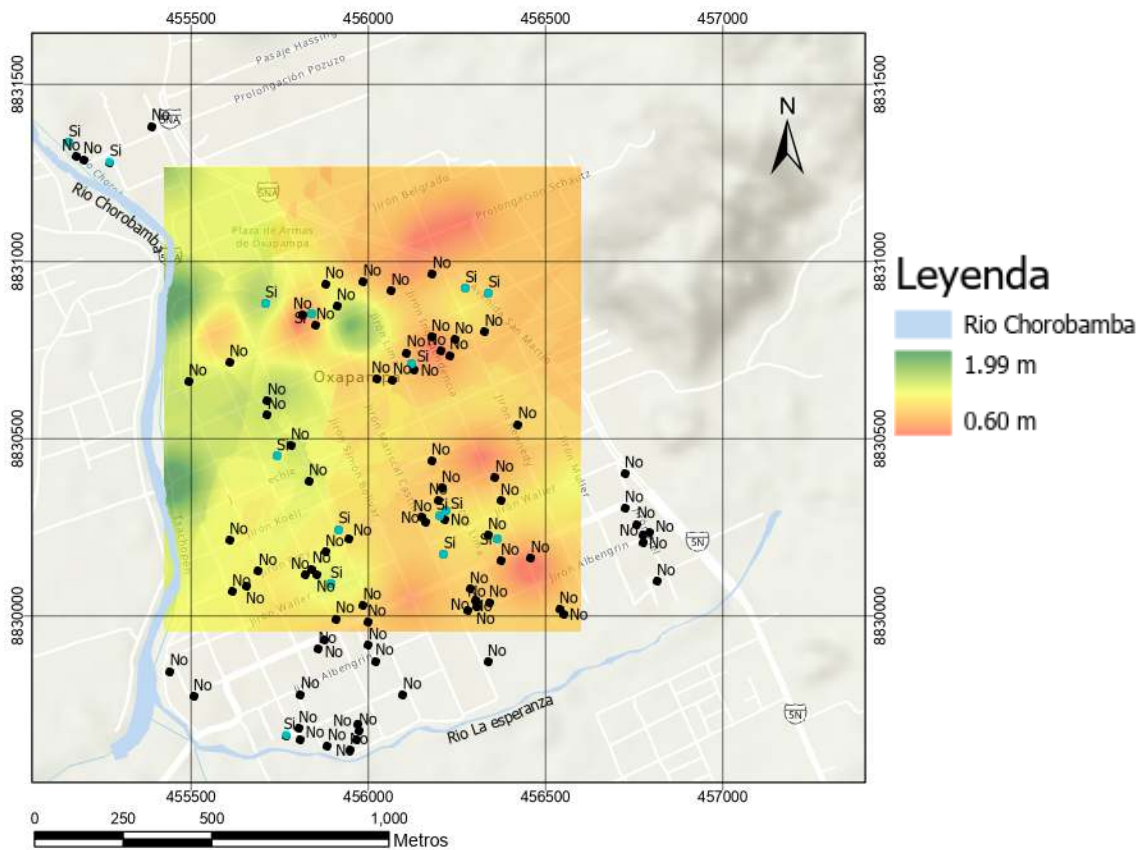


Figura 23: Viviendas con grietas en zona de napa freática alta.

Fuente: Elaboración propia, desarrollado con software ArcGIS.

5.2.4. Análisis de las precipitaciones

Se usó la herramienta de Senamhi “Módulo para la estimación de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia” que proporciona intensidades de precipitación para períodos de retorno de 2, 5, 10, 30, 50, 75, 100, 200, 500 y 1000 años y duraciones de 1 a 24 horas. Con el objetivo de comparar Oxapampa, ver figura 24; con otras ciudades de Perú que tengan probabilidades de ocurrencia de licuación de suelos, ver figuras 25 y 26.

Alva (1983) señala que Oxapampa tuvo un evento de licuación de suelo en 1937, Cuzco en 1950, Moyobamba también presenta un caso de ese fenómeno.

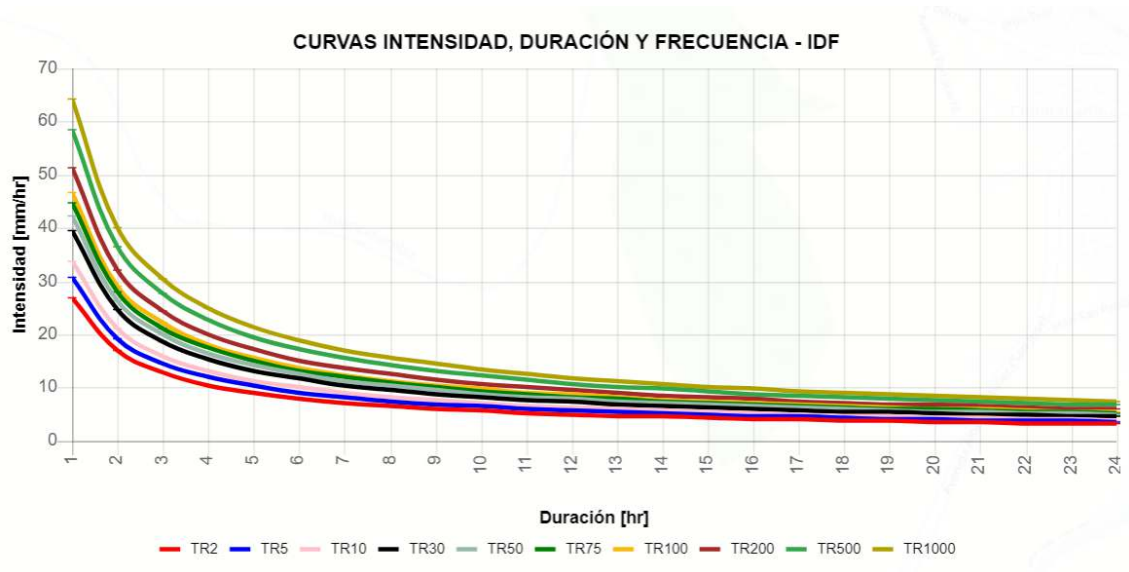


Figura 24: Curvas IDF – Oxapampa

Fuente: Senamhi.

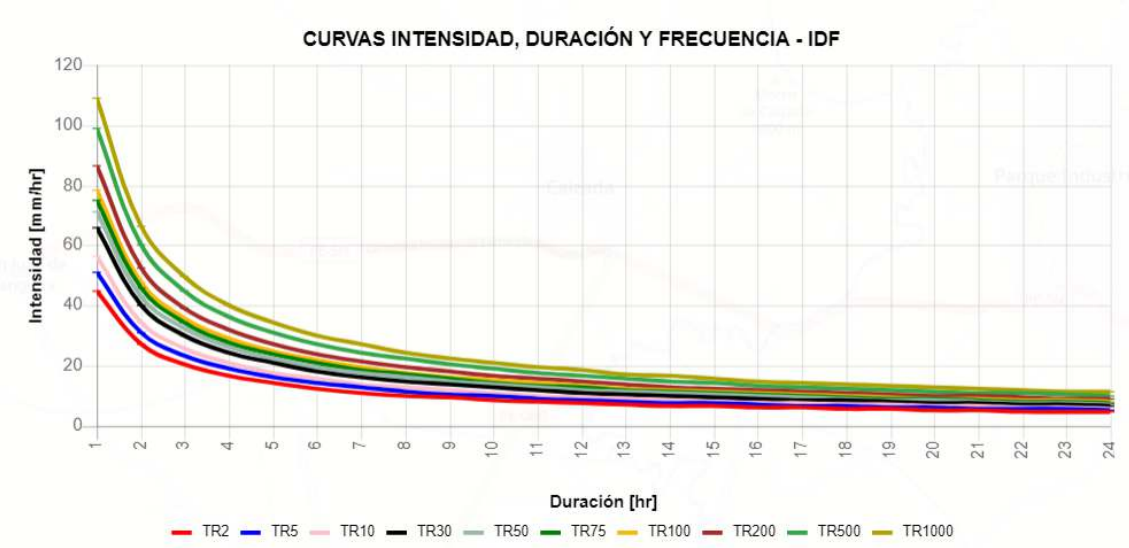


Figura 25: Curvas IDF – Moyobamba

Fuente: Senamhi.

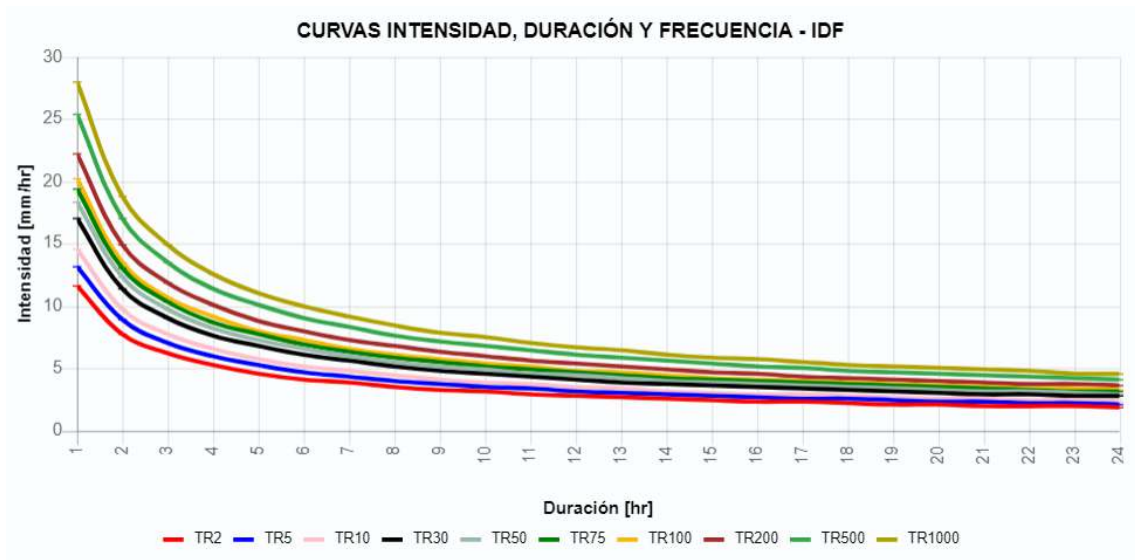


Figura 26: Curvas IDF – Cuzco

Fuente: Senamhi.

De 3 ciudades que se encuentran entre la selva y la sierra de Perú, La intensidad de las tormentas de Oxapampa está en el medio. Por lo que se puede decir que la zona de estudio de esta investigación tiene una cantidad significativa de precipitaciones pluviales que provocan que el nivel freático de Oxapampa se encuentre elevado. También cabe decir que la ciudad no está completamente poblada, sigue contando con lotes que no tienen construcciones y con vías que no están pavimentadas por lo que va a seguir habiendo infiltración, ver figura 27.



Figura 27: Vista satelital de la ciudad de Oxapampa

Fuente: Google Maps

5.2.5. Licuación de suelos

Luego de ver que Oxapampa presenta zonas con profundidades de napa freática a partir de 0.60 m en épocas de lluvias, y que cuenta con intensidades de lluvia mayores a otras ciudades que presentaron licuación de suelos como en Cuzco; hay otro aspecto a analizar y ese es el tipo de suelo. Para eso se utilizó los mismos estudios de suelos que sirvieron para representar el nivel freático y sólo se consideró los puntos que tenían tipo de suelo licuable. Ver Figura 28.

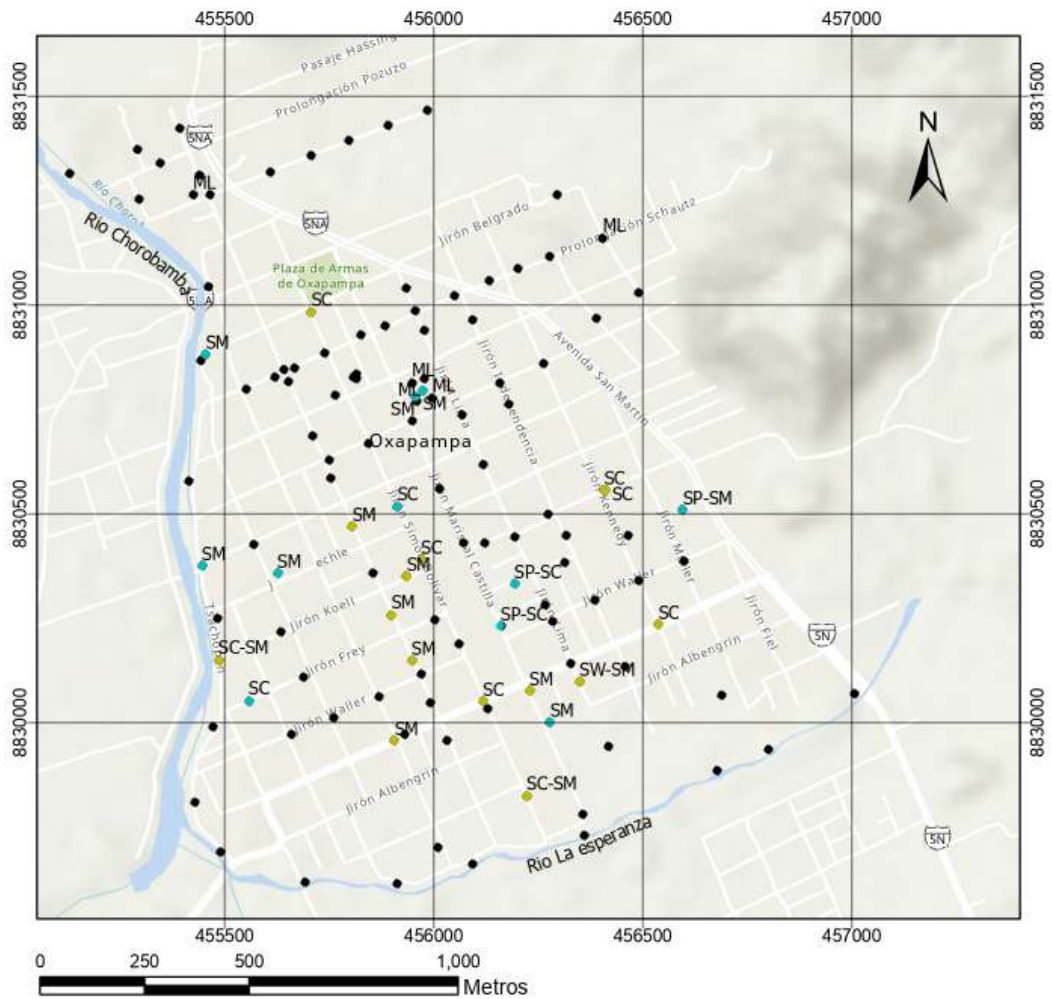


Figura 28: Calicatas con datos de clasificación de suelos

Fuente: Municipalidad Provincial de Oxapampa, desarrollado con ArcGIS.

En la figura 28, los puntos de color celeste y verde son los que presentan suelos con posibilidad de licuar, pero los de color verde tienen la particularidad que el nivel freático en esos puntos llega a estar a menos de 1.50 m de profundidad y en algunos casos a 0.60 m. En el medio del distrito es donde hay una mayor concentración de puntos con esas características.

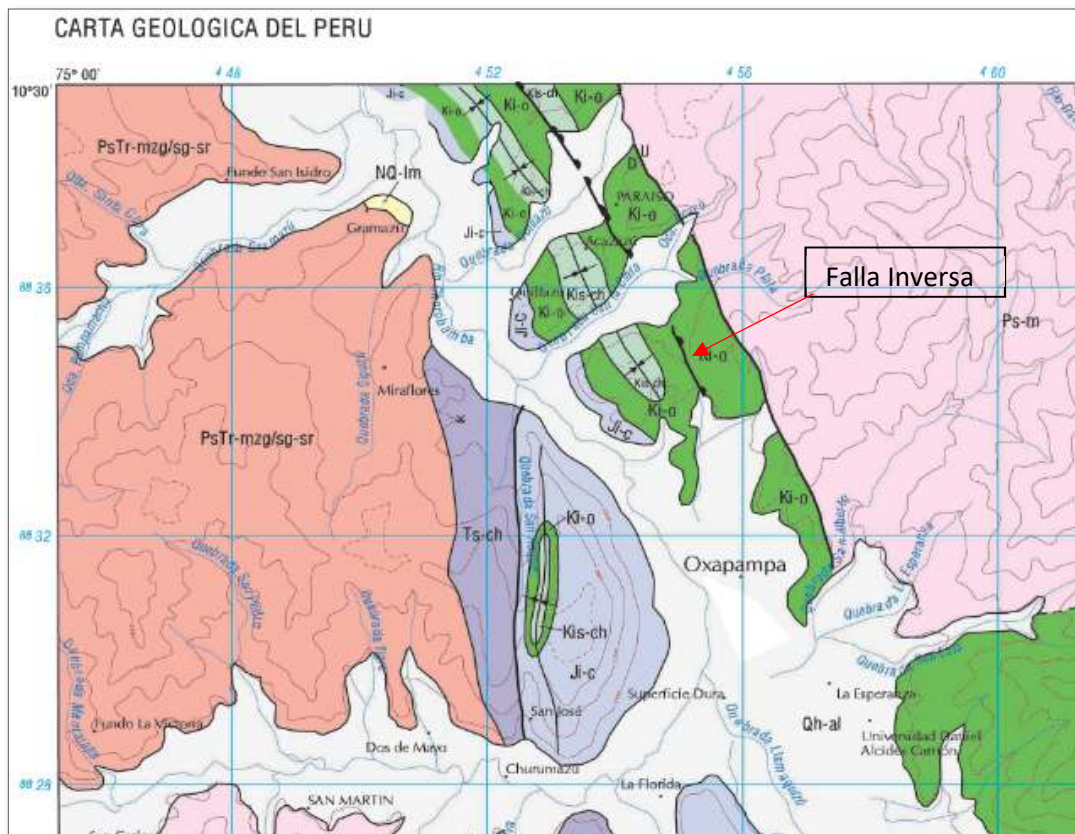


Figura 29: Geología de Oxapampa

Fuente: INGEMMET

Hay fallas inversas cercanas a la ciudad de Oxapampa como se muestra en la figura 29; según una ingeniera geóloga de la zona, podría ser la causa de los sismos recientes ya que es posible que estén modificando su tamaño. No se puede afirmar por falta de estudios. Por ese motivo la geología estaría relacionada a la licuación de suelos.

5.2.6. Cuestionario

Si bien es cierto el porcentaje de propietarios que contrató un profesional para construir su vivienda es mayor, casi la mitad de los encuestados no lo hizo, ver figura 30. La municipalidad tiene normado la contratación de un profesional, pero cuando se hizo esa pregunta muchos contestaron “aquí nadie contrata un ingeniero”. Los argumentos son que el costo es muy elevado, que hay maestros de obra que conocen bien el suelo y la manera de construir en el distrito.

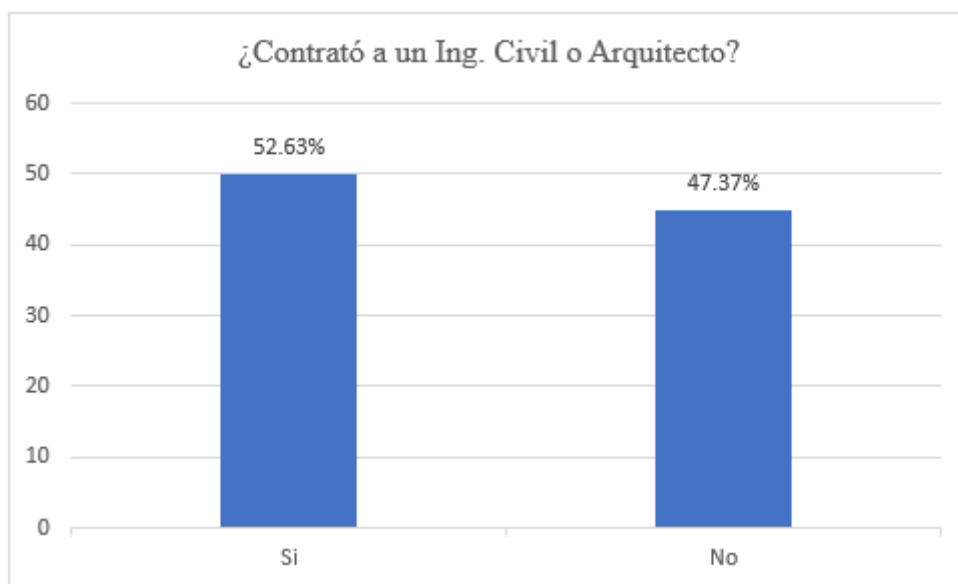


Figura 30: Porcentaje de contratación de profesionales

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que poco más del 50% de la población sí contrata un ingeniero civil, el porcentaje disminuyó cuando se les preguntó si realizaron un estudio de suelos, a pesar de que la Municipalidad lo pide. Hay varios motivos que pueden explicar esto, algunos sostienen que es muy caro realizar dicho estudio, otros que no es necesario para una casa de 1 o 2 pisos y que los maestros que contratan tienen muchos años construyendo en Oxapampa y que conocen los problemas que se presentan y saben cómo solucionarlos. Se conversó con un ing. Civil de la zona y contó que: “Hay veces que construimos a ciegas, uno le recomienda al propietario realizar un estudio de suelos, pero se niegan a hacerlo y tenemos que ejecutar la obra sin esa información”, ver figura 31.

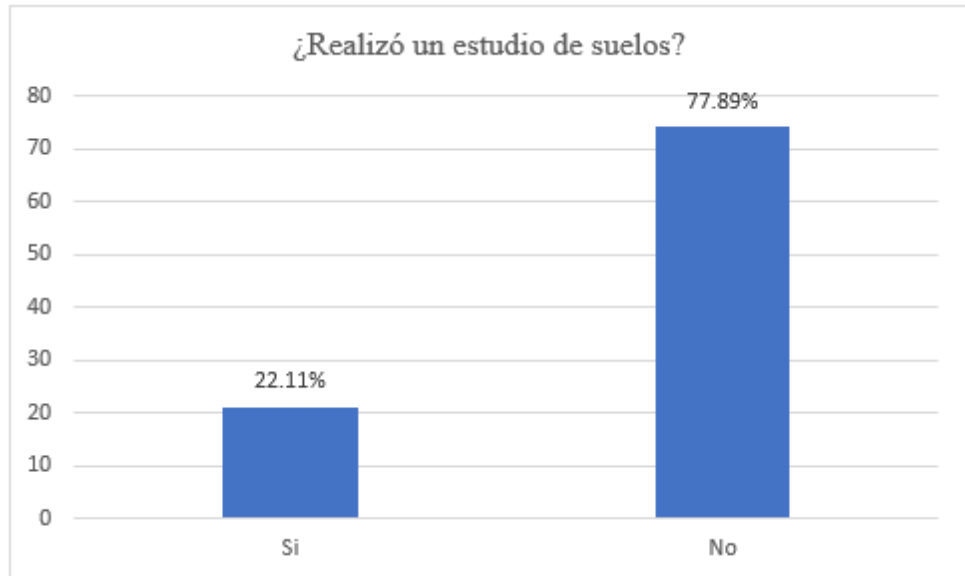


Figura 31: Porcentaje de propietarios que realizó un estudio de suelos.

Fuente: Elaboración propia

Poco menos del 20% fueron los que no encontraron agua en el momento de la excavación para sus cimentaciones, ver figura 32; como se ve en la figura 2, la mayoría se encuentra cerca a los ríos. Oxapampa sufrió tormentas extraordinarias en el fenómeno del niño de 1998 lo que provocó la inundación de la zona sur del distrito por el desborde del río La esperanza; el desborde provocó un cambio en la estratigrafía de la zona sur, por eso el suelo que se encuentra ahora está formado por material granular de gran tamaño, lo que dificulta la subida del nivel freático.

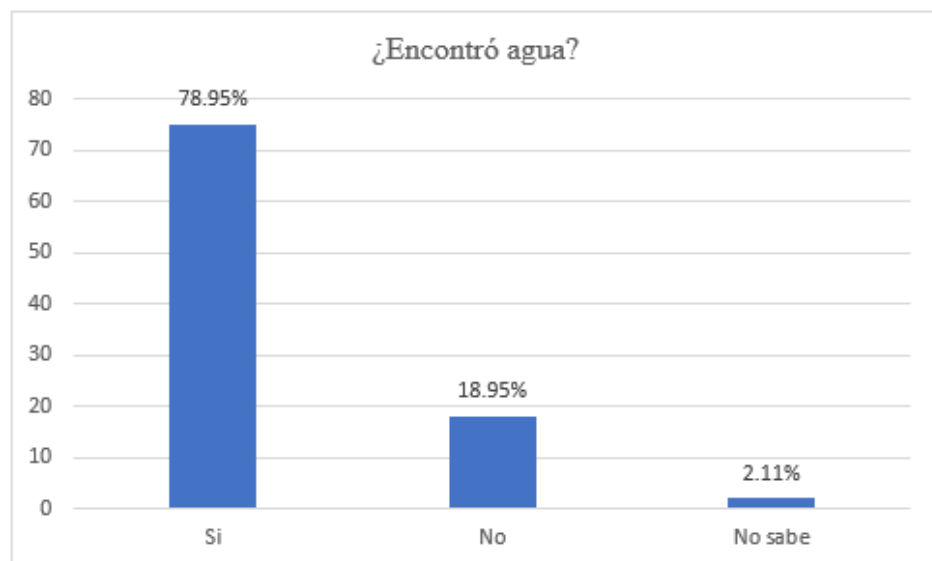


Figura 32: Porcentaje de hallazgo de agua al construir una vivienda.

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de la gente que encontró agua sabe que se tiene que retirarla con motobombas, aunque hubo unos pocos que contaron que tuvieron que hacerlo con baldes por el costo elevado que supone hacerlo con la primera opción. Casi el 36% respondió que sí tuvo inconvenientes adicionales a invertir una gran cantidad de dinero para alquilar las motobombas, ver figura 33.

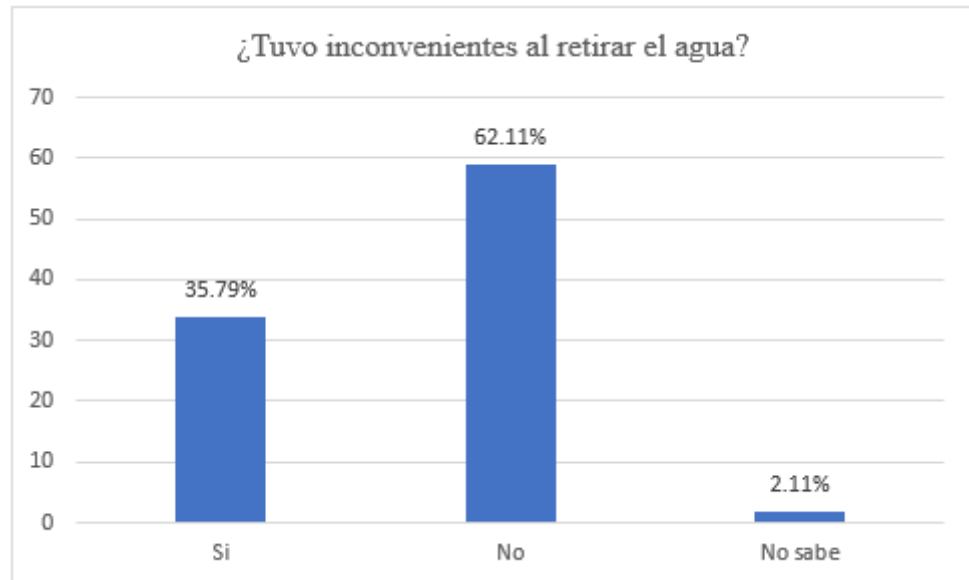


Figura 33: Porcentaje de personas con inconvenientes al retirar el agua.

Fuente: Elaboración propia

El problema más repetido es que el agua volvía a elevar su nivel luego de ser retirada, por cualquier método, ver figuras 34 y 36. Por tal motivo, varios contaron que se tiene que vaciar el concreto de la zapata el mismo día que retiras el agua, porque si lo dejas para el día siguiente, volverás a encontrarte con más agua posiblemente. En algunos casos el suelo se desmorona, ver figura 35; los pobladores contaron que resulta muy complicado realizar una excavación que tenga las medidas de los planos, porque conforme vas avanzando, el área excavada va aumentando descontroladamente. Para el 3er problema, un ingeniero civil indicó que es complicado controlar la cantidad de agua que entra en contacto con el concreto fresco vaciado para la cimentación y a veces no lo pueden hacer. Los pobladores indicaron lo mismo de otra manera; como no hay forma de controlar ese problema realizan el vaciado con “mezcla seca”. Esto quiere decir que mezclan el cemento, la arena y las piedras sin agua y lo echan al hueco que excavaron para ahí recién mezclarlo con el agua subterránea que encontraron. Una práctica que va en

contra de lo que los ingenieros civiles procuramos controlar siempre, la relación agua/cemento del concreto fresco.

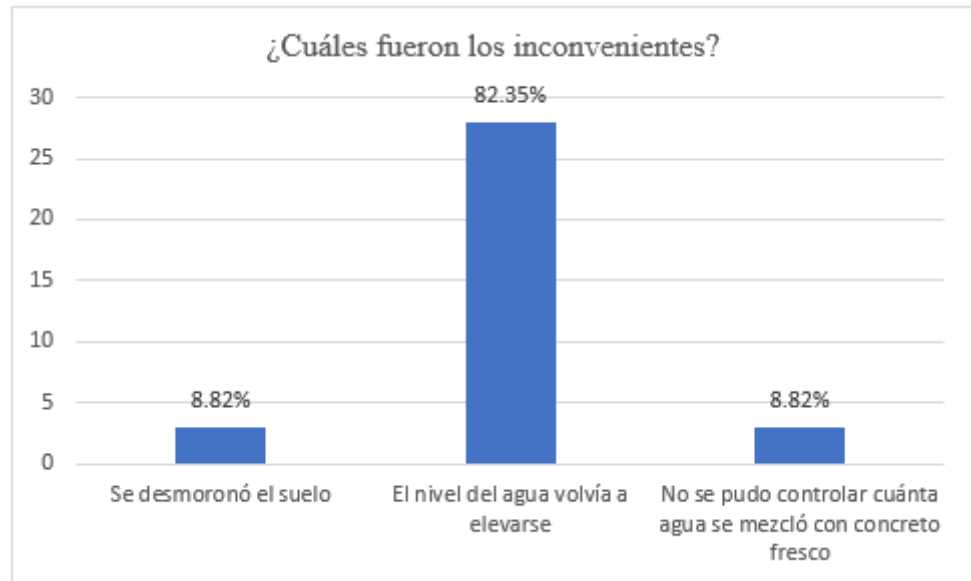


Figura 34: Inconvenientes al retirar agua subterránea

Fuente: Elaboración propia



Figura 35: Suelo desmoronado luego de excavación

Fuente: Elaboración propia



Figura 36: Aumento de nivel de agua.

Fuente: Elaboración propia.

Las figuras 35 y 36 fueron tomadas en una misma obra. En la figura 37 se aprecia como el agua aumentó de nivel luego de que colocaran la armadura de la columna. En ese caso el agua subió entre 15 a 20 cm.

En la figura 37 se ve como casi el 89% de los encuestados utilizaron zapatas conectadas como cimentación. Pero la población tiene una forma particular de construirlas. La población utiliza los términos “viga de cimentación” y “sobrecimiento” para un mismo elemento y debajo de eso construyen un cimientado de concreto ciclópeo. La armadura de acero no la conectan a la zapata sino a las columnas y están a un nivel superficial. En el caso mostrado de la figura 38, se observa que la armadura de acero está a centímetros de la superficie, tiene la misma cantidad de acero en la parte de arriba como en la de abajo, el espaciado de los estribos no es igual a lo largo de la viga. Por la dimensión parece una viga de conexión, pero con características de una viga de cimentación.

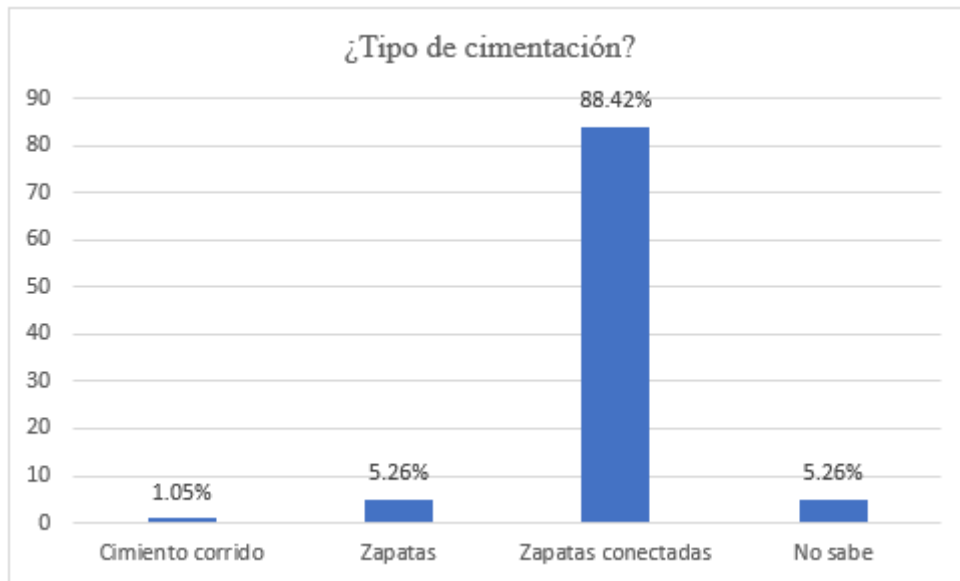


Figura 37: Preferencia de tipo de cimentación

Fuente: Elaboración propia.



Figura 38: Obra en ejecución

Fuente: Elaboración propia

5.3. Contrastación de las Hipótesis

Al ubicar el nivel freático en varios puntos de la ciudad y luego interpolarlos para lograr una zonificación se identificó casos de inseguridad en cimentaciones. Porque fue en las zonas con nivel freático elevado donde hubo mayor presencia de viviendas con grietas. La zonificación sirvió para determinar las primeras zonas de búsqueda y por ello se encontró las coincidencias mencionadas.

Al establecer la capacidad portante de varios puntos se pudo zonificar la ciudad y compararlo con un mapa similar anterior. Se esperaba contar con más datos para tener mejores resultados, pero eso no fue posible; la falta de información y lo costoso que es generar esa información fue una limitante en esta investigación. Con los resultados obtenidos se pudo determinar que la Zona Este de la ciudad tiene una baja capacidad portante y niveles de agua subterránea elevados. También se pudo obtener las clasificaciones de suelo y los límites de Atterberg para complementar el objetivo c. Cuando se determinó las precipitaciones pluviales máximas se demostró que en la zona de estudio hay un gran proceso de lluvia que genera que el nivel freático sea elevado. También ayudó a complementar el objetivo c.

Luego de recopilar el historial de sismos de la zona se pudo estimar que es probable que ocurra el fenómeno de licuación de suelos, porque Oxapampa cumple con las condiciones que se necesitan para que suceda.

5.4. Aporte

5.4.1. Propuestas de solución

Se supo que la Municipalidad Provincial de Oxapampa está implementado un sistema de drenaje a la par que pavimenta sus calles. Aunque no se pudo obtener el detalle del sistema que están implementando, sí se supo que la profundidad promedio del mismo es de 1.50 m. Lo que se propone es que se coloquen las tuberías de drenaje a una profundidad de por lo menos 2.50 m, para alejar el nivel de agua subterránea del bulbo de presiones de las cimentaciones. Ya que la mayoría de personas construye sus cimientos a una profundidad de entre 1.50 a 2.00 m como se aprecia en la figura 39.

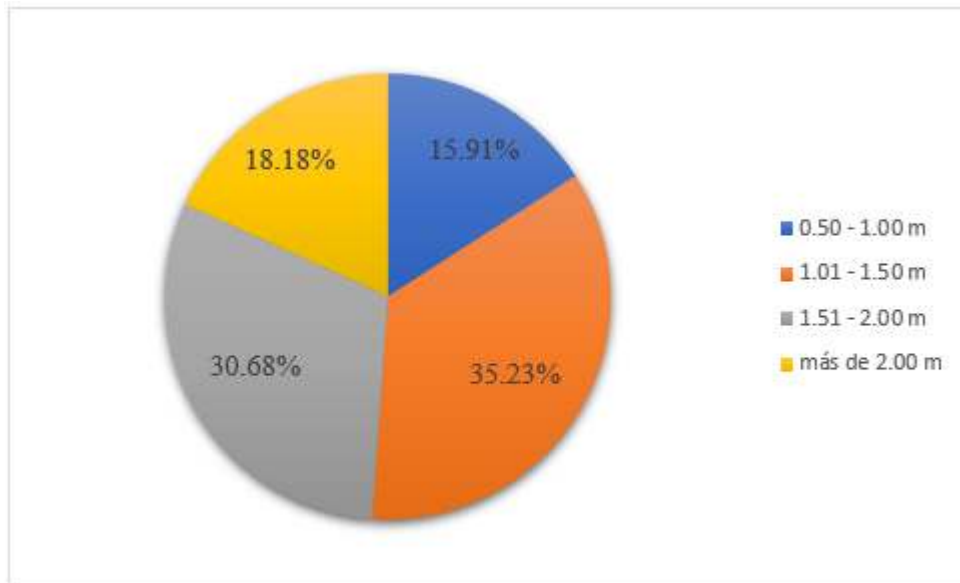


Figura 39: Profundidad de cimentación

Fuente: Elaboración propia

También se propone realizar un monitoreo del nivel freático a través de pozos, que cubra toda la ciudad de Oxapampa, sobre todo en las zonas donde la napa freática es más alta para determinar el nivel de agua en caso haya un incremento excesivo del mismo. Si dicho escenario llega a ocurrir se necesitará bombear el agua excesiva para evitar que la napa freática perjudique las cimentaciones de las viviendas. Se debe dejar de lado el aspecto económico porque las acciones mencionadas son un servicio a la población que tendrá resultados en el futuro si llega a ocurrir un evento sísmico extraordinario que ocasione el fenómeno de licuación de suelos. Lo que se pretende es evitar la pérdida de capacidad portante del terreno para que no se generen asentamientos diferenciales, ni esfuerzos mayores en vigas y muros ni grietas en las edificaciones. De esa manera las viviendas estarían mejor preparadas y no serían tan vulnerables ante un evento así para no comprometer la seguridad de las cimentaciones y por ende la de los ciudadanos.

Es importante para la planificación de desarrollo urbano saber dónde están las zonas con nivel freático alto. En la figura 40 se observa el uso del suelo y la zonificación del nivel freático. En S1, el suelo está destinado para usos especiales, recreación activa y residencial densidad alta; en S2 para comercio

distrital y residencial densidad alta. Se propone reconsiderar el uso de suelo en esas zonas para que no se construyan edificaciones de más de 4 pisos.

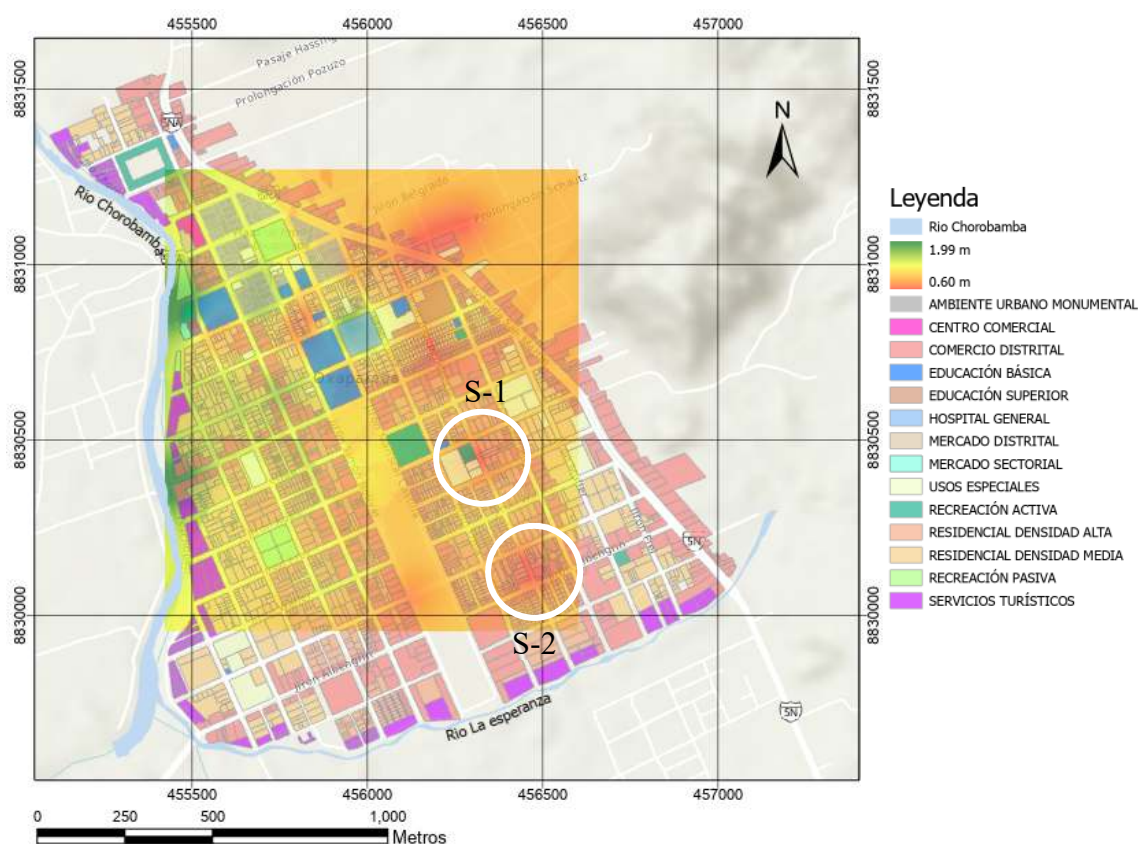


Figura 40: Uso de suelo y nivel freático en época de lluvias

Fuente: Municipalidad provincial de Oxapampa, desarrollado con ArcGIS

5.4.2. Mapas temáticos

- a. Plano de altura de edificaciones: Contiene información actualizada de los números de pisos de las viviendas de manera georreferenciada y clasificadas por colores.
- b. Plano de uso de suelo: Tiene información de como la Municipalidad Provincial de Oxapampa ha designado el uso del suelo y se superpone la interpolación del nivel freático en época de lluvias.
- c. Plano de nivel freático – época de lluvias: Contiene la ubicación de calicatas de proyectos anteriores con datos de profundidad de nivel freático en época de lluvias (enero – julio) y su interpolación.

- d. Plano de nivel freático – época de estiaje: Contiene la ubicación de calicatas de proyectos anteriores con datos de profundidad de nivel freático en época de estiaje (agosto – diciembre) y su interpolación.
- e. Plano de evidencias de grietas: Tiene evidencia georreferenciada de grietas en viviendas y se superpone la interpolación del nivel freático en época de lluvias.
- f. Plano de capacidad portante: Contiene la ubicación de calicatas de proyectos anteriores con datos de capacidad portante y su interpolación que permite visualizar 3 zonas.

Ver anexo N° 8 para ver los mapas temáticos

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

MVCS (2018) señala que para que un suelo sea susceptible de licuar durante un sismo debe encontrarse sumergido. Braja (2013) argumenta que, si el nivel de agua está cerca de la cimentación, son necesarias algunas modificaciones en la ecuación de la capacidad de carga, dependiendo de la localización del mismo. Por testimonio de un ingeniero civil de la zona, se supo que hay cimientos que se agrietan, luego el agua llega a entrar hasta el acero de refuerzo y logra que éste se oxide provocando la pérdida de sección transversal de las varillas de acero, a tal punto que con el dedo se puede retirar el acero oxidado. A raíz de lo expuesto se trazó el objetivo de ubicar el nivel freático. Se logró obtener 124 puntos con información de la profundidad de la napa freática, al dividirlos en 2 grupos se tuvo que en época de lluvias el agua puede encontrarse a 0.60 m como mínimo y a 2.00 m como máximo. Con la interpolación de los datos se determinó que la zona Este de la ciudad es la que presenta los niveles más altos de agua subterránea, esto coincide con las conversaciones que se tuvo con los pobladores al momento de encuestarlos y con la topografía de la zona. Adicionalmente en la zona Este se encontró evidencias de grietas en las viviendas, la mayoría de estas se encontraron en los primeros pisos.

Se obtuvo información de calicatas de proyectos anteriores con información de capacidad portante y otras se tuvieron que calcular usando la ecuación de Meyerhof (1963). Se obtuvo como mínimo una capacidad de soporte de 0.52 kg/cm² y como máximo 1.98 kg/cm². Cálculos que demuestran que la zona de estudio tiene un suelo malo. En el proceso del cálculo anterior se pudo conocer la clasificación del suelo de cada exploración y su índice de plasticidad. Según MVCS (2018), los suelos constituidos por arena, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores son susceptibles de licuar durante un sismo si a la par están sumergidos. De los tipos de suelo mencionados en Oxapampa se encontró los primeros 4. Suelos con estas características pueden llegar a tener asentamientos diferenciales en un evento sísmico extraordinario si el suelo licúa, tal como pasó en Oxapampa en el año de 1937 donde Silgado (1978) detalla que en el Fundo Victoria se abrió una grieta de la que emanó abundante cantidad de agua que arrasó corpulentos árboles, aumentando el caudal del río Chorobamba. También que la intensidad de ese sismo fue de IX MM y que la magnitud fue de $M_s = 6.3$.

De las curvas IDF de Senamhi se pudo constatar que la zona de estudio suele tener grandes lluvias que generan que el nivel freático sea elevado; los datos encontrados en los estudios de mecánica de suelos de proyectos anteriores, las excavaciones encontradas de obras en ejecución y las calicatas realizadas para este estudio ayudaron a confirmar lo que se sospechaba. Sólo en los bordes de los ríos el agua disminuye su nivel considerablemente en época de estiaje, hecho que no se presenta en el centro de la ciudad ya que la napa freática se suele mantener en 1.50 m en promedio, sea en época de lluvias o de estiaje.

Con la recopilación de eventos sísmicos de la zona obtenidos de CENSIS-IGP; 35 en total desde 1960 tuvieron una magnitud mayor a 5.5 Mw; se supo que, a pesar de no ser una zona sísmica, Oxapampa ha tenido 2 eventos telúricos de más de 6 grados de magnitud, en 2014 y 2017 ambos de 6.2. Situación que no solía darse en la ciudad, y hecho que fue corroborado mientras se encuestó a la población. Las personas que viven más de 30 años en Oxapampa señalan que recién hace 10 años ha comenzado a haber sismos más fuertes. El historial de sismos dice que 8 de 35 sismos de más de 5.5 Mw sucedieron en los últimos 10 años.

Una ingeniera geóloga de la zona argumenta que los recientes sismos ocurridos en Oxapampa pueden ser por la falla geológica cercana a la zona de estudio, ver figura 30, según ella es posible que ésta este aumentando de tamaño, ella ha propuesto que el municipio tenga una gerencia dedicada a la geología para estudiar estos casos, pero no ha recibido atención.

Si bien es cierto que sólo se encontró dos estudios de suelo que analizaron el potencial de licuación de suelos, ambos concluyeron que sí es posible si se dan algunas condiciones. SAIGP (2017) señala que los primeros 5.00 m del suelo de Oxapampa son licuables, y la condiciones serían: aceleración máxima de 0.30 g y un sismo con magnitud de momento = 7.5. En H & A Ingenieros (2015) al realizar un ensayo DPL concluyen que la licuefacción del suelo sería posible con un sismo de intensidad IX de Mercalli Modificada. A esto hay que agregarle los tipos de suelo encontrados que son susceptibles a licuar, más el nivel freático alto producto de las precipitaciones pluviales, y la baja capacidad portante del suelo en algunas zonas. Esto demuestra que Oxapampa reúne las condiciones para que el suelo licúe si se da un evento sísmico extraordinario.

CONCLUSIONES

1. Al obtener zonas con niveles de freáticos entre 0.60 y 0.80 m de profundidad y encontrar evidencias de grietas cercas a dichas zonas sí es posible identificar casos de inseguridad en las cimentaciones de las edificaciones usando herramientas geomáticas de análisis espacial, estudios de mecánica de suelos anteriores y exploraciones de suelos actuales.
2. Al georreferenciar los datos de capacidad portante y observar que los valores entre 0.50 y 0.80 kg/cm² se encuentran en la zona Este de la ciudad coincidiendo con las zonas con nivel freático alto y evidencias de grietas, sí es posible que la zonificación por capacidad portante ayude a identificar casos de inseguridad en cimentaciones usando a la geomática como herramienta junto con datos de estudios de suelos.
3. Las curvas IDF de Oxapampa tienen mayores intensidades de lluvia que las del Cuzco. La curva IDF con tiempo de retorno de 2 años de Oxapampa puede llegar a tener 28 mm/h de intensidad mientras que la curva IDF de tiempo de retorno de 1000 años de Cuzco puede llegar a tener la misma intensidad. Usando los datos de precipitaciones pluviales sí se verifica que el área de estudio tiene grandes procesos de lluvia que causan la elevación del nivel freático.
4. En el suelo de Oxapampa es posible encontrar arenas limosas, arenas arcillosas y limos arenosos, todos con la capacidad de licuar según la norma de suelos E-0.50. También se da el caso de que dichos suelos pueden estar saturados sobre todo en época de lluvia. En los últimos 10 años se ha tenido 2 de los sismos más fuertes que se han registrado en la zona, superando los 6.0 Mw. Además, se cuenta con un evento de licuación de suelo en 1937. Al recopilar el historial sísmico junto a los datos expuestos anteriormente se puede decir que Oxapampa cumple las condiciones para tener un evento de licuación de suelos.

RECOMENDACIONES

1. Colocar drenes a 2.50 m de profundidad en las áreas que aún no están habitadas para deprimir la napa freática antes que cualquier otra obra. Según maestros de obra, la zona de Miraflores ubicada al sur de Oxapampa ni siquiera debería ser habitada por la cantidad de agua que encuentran a la hora de realizar alguna excavación, pero se planea habitarla, incluso eso se contempla en el plan de desarrollo urbano. Buscar evidencia de grietas en las edificaciones fuera de la zona de estudio ya que hay un incremento de construcciones importante.
2. En los planos estructurales de algunas viviendas que fueron obtenidos se encontró que en las especificaciones técnicas mencionaban que la capacidad portante se había obtenido “observando” o de “manera aproximada”. Es por eso que se propone ser más riguroso con las tareas de fiscalización por parte del municipio para que los pobladores realicen estudios de suelo antes de construir sus edificaciones, por la seguridad de ellos y para ampliar la base de datos.
3. Se observa en las imágenes de algunas excavaciones de zapata encontradas que el agua subterránea tiene una coloración oscura. Se plantea ejecutar análisis físico-químicos al agua subterránea para saber si puede ocasionar daños al concreto de los cimientos.
4. Producto del cuestionario se obtuvo que más del 80% de las personas vieron que el agua vuelve a elevar su nivel en una excavación. Los pobladores indican que no pueden retirar el agua y vaciar el concreto al día siguiente porque el agua no se los permite, esto origina que algunas personas por desconocimiento echen los agregados y los mezclen con el agua subterránea sin tener control alguno. Por lo que se hace difícil controlar la relación agua/cemento. Es importante concientizar a la población para que dejen de construir sus cimientos con “mezcla seca” para que sus viviendas no sean vulnerables ante un evento sísmico.
5. Utilizar aplicaciones móviles de recolección de datos no sólo para realizar cuestionarios sino también para realizar catastros y exploraciones de suelo con el fin de tener los datos georreferenciados y facilitar la digitalización de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almoumen, R. (2020). *Undrained cyclic shear resistance of low plastic silts* (Order No. 28091165). Available from ProQuest Central. (2486448296). Retrieved from <http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/dissertations-theses/undrained-cyclic-shear-resistance-low-plastic/docview/2486448296/se-2?accountid=45097>
- Alva, J. (1983), “*Breve historia del fenómeno de licuación de suelos en el Perú*”. Lima, Perú: Autor. Recuperado de http://jorgealvahurtado.com/files/redacis16_a.pdf
- Alvarado, L. & Palomino, S. (2015). *Determinación del esfuerzo de preconsolidación para el cálculo de asentamiento de suelos finos de la zona de Sagari – Cuzco*. Uri: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2246>
- Arias, L. & Villa, J. (2019). *Evaluación de suelos con presencia de nivel freático para cimentaciones superficiales de viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Leticia de la ciudad de Pisco en el 2019*. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3534/Leifhan%20Arias_Jeyko%20Villa_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Atencio, M. (2018) *Planeamiento para la construcción de la cimentación de un espesor de concentrados con micropilotes*. Uri: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12001>
- Braja, D. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. (C. Brooks, Trad.). Ciudad de México, México: CL Engineering. (Obra original publicada en 2000)
- Brennan AJ, Madabhushi SPG, Houghton NE (2006) *Comparing laminar and equivalent shear beam (ESB) containers for dynamic centrifuge modelling*. In: *Physical modelling in geotechnics, proceedings of the 6th international conference ICPMG*, vol 6, pp 171–176
- Cubillán, J. (2016). *Marketing de contenidos como ventaja para el sector de las farmacias de autoservicio del municipio Maracaibo* (Grado de Magíster Scientiarum). Recuperado de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0101108/intro.pdf>

- Dahl, K. (2011). *Evaluation of seismic behavior of intermediate and fine-grained soils* (Order No. 3499425). Available from ProQuest Central. (940891868). Retrieved from <http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/dissertations-theses/evaluation-seismic-behavior-intermediate-fine/docview/940891868/se-2?accountid=45097>
- Felices, L., Burgos, M., Escalante, G., Castañeda, Á. & Campos, S. (2021) *Sistemas de precarga para suelos arcillosos saturados*. Uri: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18819>
- García-Torres, S., & Gopal, P. (2019). *Performance of vertical drains in liquefaction mitigation under structures*. Bulletin of Earthquake Engineering, 17(11), 5849-5866. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10518-019-00717-x>
- Guedes del Pozo, R., Quispe, R., Ancajima, A., Mogollón, S. & Campos, K. (2021) *Análisis y aplicabilidad en el mercado peruano de los métodos más usados y las nuevas metodologías en el cálculo de asentamientos de zapatas en arcillas*. Uri: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/19071>
- H & A Ingenieros (2015). *Estudio geológico, geotécnico y de suelos del proyecto: Mejoramiento de la infraestructura vial del jirón Independencia – distrito y provincia de Oxapampa*. Autor.
- INDECI-PNUD, Programa ciudades sostenibles. (2010-2011). *Informe final: Mapa de peligros, plan de usos del suelo ante desastres y medidas de mitigación de la ciudad de Oxapampa*. Pasco, Perú: Gobierno de Perú.
- Jeong, S., Kim, Y., Park, H., & Kim, J. (2018). *Effects of rainfall infiltration and hysteresis on the settlement of shallow foundations in unsaturated soil*. *Environmental Earth Sciences*, 77(13), 1-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-018-7690-1>
- Madabhushi, G. (2014) *Centrifuge modelling for civil engineers*. CRC Press, Boca Raton
- Meyerhof, G. (1963). *Some recent research on the bearing capacity of foundations*. Canadian Geotechnical Journal, Vol. 1, N° 1, 16-26.
- Meza, V. (2012). *Suelos parcialmente saturados, de la investigación a la cátedra universitaria*. Boletín de Ciencias de la Tierra, (31), 23-38. Recuperado a partir de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/31251>

- Municipalidad Provincial de Oxapampa, Departamento de Planificación Urbano y Rural. (2016). *Plan de desarrollo Urbano 2017-2026*. Pasco, Perú: Gobierno de Perú.
- MVCS. (2018). *Norma técnica E. 050 suelos y cimentaciones*. Recuperado de https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf
- Parella, S. & Martins, F. (2003). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas: Fedupel.
- Rodríguez, G. (2016). *Marketing internacional para la comercialización de productos agroindustriales en Colombia* (Grado de Magíster Scientiarium). Recuperado de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0102064/intro.pdf>.
- Ruiz Bolívar, C. (2002). *Instrumentos de investigación educativa*. Venezuela: Fedupel
- Ruizdiaz Jorge, M. T. (2016). *Marketing relacional para la fidelización de clientes en el sector de revistas en el municipio Maracaibo* (Grado de Magíster). Recuperado de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0101010/intro.pdf>
- Silgado, E. (1978), "*Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974)*", Instituto de Geología y Minería, Boletín No.3 Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú.
- Sotelo & Asociados Ingeniería y Gerencia de proyectos (SAIGP). (2017). *Estudio complementario de mecánica de suelos para fines de cimentación del proyecto Mejoramiento de la Cobertura de los Servicios de Salud del Hospital Ernesto Germán Gonzales Guzmán*. Autor.
- Stringer ME, Madabhushi SPG (2009) *Novel computer-controlled saturation of dynamic centrifuge models using high viscosity fluids*. *Geotech Test J* 32(6):559–564
- Sufyan, G., & Sunita, K. (2021). *Insight into the effect of fine content on liquefaction behavior of soil*. *Geotechnical and Geological Engineering*, 39(1), 1-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10706-020-01491-3>
- Witthoeft, A. F. (2009). *Modeling of liquefaction mitigation using bentonite* (Order No. 1476125). Available from ProQuest Central. (365975017). Retrieved from <http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/dissertations-theses/modeling->

- Zeybek Abdülhakim, Madabhushi Gopal, S. P., & Loizos, P. (2020). *Seismic response of partially saturated soils beneath shallow foundations under sequential ground motions*. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 18(5), 1987-2002. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10518-020-00792-5>
- Zhang, J., & Chen, Y. (2018). *Experimental study on mitigations of seismic settlement and tilting of structures by adopting improved soil slab and soil mixing walls*. *Sustainability*, 10(11), 4069. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/su10114069>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	INDICADORES	MÉTODO
¿Cómo la napa freática alta causa inseguridad en cimentaciones de edificaciones de la ciudad de Oxapampa?	Ubicar el nivel freático para identificar casos de inseguridad en las cimentaciones de edificaciones, de la ciudad de Oxapampa.	Al ubicar el nivel freático se identifica casos de inseguridad en las cimentaciones de las edificaciones en la ciudad de Oxapampa.	V. I. Nivel freático	Profundidad	El método de esta investigación fue deductivo, de orientación aplicada, con enfoque mixto y la forma de recolectar datos fue ambielectiva. Fue de tipo descriptiva, explicativa y correlacional. Tuvo un nivel descriptivo. Su diseño fue observacional, prospectivo y retrospectivo.
			V. D. Inseguridad en cimentaciones	Evidencia de grietas	
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE	INDICADORES	
a. ¿Cómo la baja capacidad portante del suelo contribuye a los asentamientos de las edificaciones?	a. Establecer la capacidad portante del suelo para zonificar la ciudad; utilizando estudios de mecánica de suelos anteriores.	a. Al establecer la capacidad portante del suelo es posible zonificar la ciudad.	V. I. Capacidad Portante	Capacidad Portante	
b. ¿Cómo las precipitaciones pluviales máximas originan fallas en las cimentaciones?	b. Determinar las precipitaciones pluviales máximas para demostrar la causa de la elevación del nivel freático; usando estudios hidrológicos pasados y datos de SENAMHI.	b. Al determinar las precipitaciones pluviales máximas se demuestra la causa de la elevación del nivel freático.	V. I. Precipitaciones pluviales máximas	Precipitación	
			V. D. Inseguridad en cimentaciones	Evidencia de grietas	
c. ¿Cómo un sismo extraordinario causa el fenómeno de licuación de suelos?	c. Recopilar el historial de sismos para estimar la posibilidad de ocurrencia de licuación de suelos; utilizando la norma de sismos E 0.30, estudios de sismicidad de la zona, etc	c. Al recopilar el historial de sismos se estima la posibilidad de ocurrencia de licuación de suelos	V. I. Sismo	Magnitud	
			V. D. Inseguridad en cimentaciones	Evidencia de grietas	

Anexo 2: Datos para cálculo de confiabilidad

N°	Ingeniero Civil	Estudio de Suelos	Agua	Profundidad Agua	Inconvenientes	Que Inconvenientes	Profundidad Cimentación	Tipo de Cimentación	Rajaduras
1	1	2	1	1.5	2	4	1.25	3	2
2	2	2	2		2	4	1.5	3	2
3	1	2	2		2	4	1.8	3	2
4	1	1	2		2	4			1
5	1	2	1	1.5	2	4	1.5	1	1
6	1	1	1	0.5	1	2	1.8	3	1
7	2	2	1	1	2	4	1.5	3	2
8	1	2	1		2	4		3	2
9	1	2	1	1	1	2	2	3	2
10	2	2	1	2	1	3	1.7	3	2
11	1	1	1	2	2	4	2.5	3	1
12	1	1	1	1	1	1	2.5	3	2
13	2	2	1	2	2	1	1.5	3	2
14	1	2	1	0.8	2	4	1.5	3	2
15	1	1	1	2	2	4	2.5	3	2
16	1	1	1	2.5	2	4	3	3	2
17	2	2	1	0.5	1	2	1.2	3	1
18	1	1	1	1	1	3	2	3	1
19	1	2	1	0.5	1	2	1.2	3	2
20	1	1	1						2
21	1	2	1	1	1	2	1	3	2
22	2	2	1	1.35	2	4	1.5	3	2
23	1	1	1	0.7	1	2		3	2
24	2	2	1	0.8	1	2	1.5	3	2
25	1	1	1	3	1	2		3	1
26	2	1	1	1.25	1	2	1	3	2
27	2	2	1	2	2	4	2.5	3	2
28	1	2	1	3	2	4	3	3	2
29	2	2	1	2	2	4	2	3	2
30	1	2	1	1	1	2	1.2	2	2

Configuración de valores:

Ingeniero Civil: 1 = Sí, 2 = No

Estudio de Suelos: 1 = Sí, 2 = No

Agua: 1 = Sí, 2 = No

Inconvenientes: 1 = Sí, 2 = No

Que Inconvenientes: 1 = Se desmoronó el suelo, 2 El nivel de agua volvía a aumentar, 3

No se pudo controlar cuánta agua se mezcló con concreto fresco, 4

= Ninguno

Tipo de cimentación: 1 = Cimiento corrido, 2 = Zapatas, 3 = Zapatas conectadas, 4 =

Losa de cimentación

Rajaduras: 1 = Sí, 2 = No

Anexo 3: Instrumento

CUESTIONARIO

1. ¿Contrató a un ing. Civil o Arquitecto para construir su vivienda/edificación?
 - Sí
 - No
2. ¿Realizó un estudio de suelos previo al diseño de la estructura?
 - Sí
 - No
3. ¿Encontró agua en el momento de la excavación?
 - Sí
 - No
4. Si su respuesta anterior es sí, ¿A qué profundidad encontró el agua subterránea?
 - 0.00 – 0.50 m
 - 0.51 – 1.00 m
 - 1.01 – 1.50 m
 - 1.51 – 2.00 m
 - Más de 2.00 m
5. ¿Tuvo inconvenientes a la hora de retirar el agua subterránea?
 - Sí
 - No
6. Si su respuesta anterior fue sí, ¿Cuáles fueron esos inconvenientes?
 - a) Se desmoronó el suelo
 - b) El nivel del agua volvía a aumentar
 - c) No se pudo controlar cuánta agua se mezcló con concreto fresco
 - d) Otros: _____
7. ¿Cuál es la profundidad de su cimentación?
 - 0.00 – 0.50 m
 - 0.51 – 1.00 m
 - 1.01 – 1.50 m
 - 1.51 – 2.00 m
 - Más de 2.00 m
8. ¿Qué tipo de cimentación usó?
 - a) Cimiento corrido
 - b) Zapatas
 - c) Zapatas con viga de cimentación
 - d) Losa de cimentación
9. ¿Su edificación presenta fisuras/grietas?
 - Sí
 - No

Anexo 4: Calicatas tomadas de EMS de obras en Oxapampa

Nombre	Fecha	Nivel Freático	ESTE	NORTE
C-1	Mar. 2017	1.70 m	455949.00 m	8830815.00 m
C-2	Mar. 2017	1.60 m	455979.00 m	8830824.00 m
C-3	Mar. 2017	1.50 m	455960.00 m	8830770.00 m
C-4	Mar. 2017	1.50 m	455998.00 m	8830777.78 m
C-5	Mar. 2017	1.50 m	455955.00 m	8830782.00 m
C-6	Mar. 2017	1.50 m	455975.00 m	8830794.00 m
C-7	Ene. 2009	1.60 m	455425.38 m	8831264.65 m
C-8	Jun. 2015	1.00 m	455907.72 m	8829956.21 m
C-9	Jun. 2015	0.80 m	456118.56 m	8830049.72 m
C-10	Jun. 2015	1.00 m	456329.33 m	8830141.65 m
C-11	Jun. 2015	1.10 m	456538.13 m	8830233.90 m
C-12	Jun. 2015	1.10 m	455948.16 m	8830722.18 m
C-13	Jun. 2015	0.95 m	456158.76 m	8830814.98 m
C-14	Jun. 2015	1.20 m	456262.25 m	8830861.20 m
C-15	Dic. 2009	2.40 m	455660.93 m	8829973.16 m
C-16	Dic. 2009	2.10 m	455930.38 m	8829971.47 m
C-17	Dic. 2009	2.40 m	456279.31 m	8830000.69 m
C-18	Dic. 2009	0.80 m	456408.43 m	8830556.14 m
C-19	Dic. 2009	2.00 m	455626.35 m	8830356.90 m
C-20	Dic. 2009	1.70 m	456405.02 m	8831161.26 m
C-21	Nov. 2009	1.70 m	455391.96 m	8831422.47 m
C-22	Nov. 2009	1.60 m	455439.63 m	8831312.34 m
C-23	Nov. 2009	1.50 m	455654.16 m	8830816.78 m
C-24	Nov. 2009	1.45 m	455709.78 m	8830688.31 m
C-25	Nov. 2009	1.50 m	455753.48 m	8830587.36 m
C-26	Nov. 2009	1.30 m	455806.17 m	8830468.51 m
C-27	Nov. 2009	0.65 m	455854.91 m	8830358.86 m
C-28	Nov. 2009	0.60 m	455899.60 m	8830258.35 m
C-29	Nov. 2009	0.85 m	455948.35 m	8830148.69 m
C-30	Nov. 2009	0.90 m	455993.03 m	8830048.18 m
C-31	Nov. 2009	0.60 m	456033.65 m	8829956.80 m
C-32	Nov. 2009	0.80 m	455641.45 m	8830846.15 m
C-33	Nov. 2015	1.50 m	455557.61 m	8830052.43 m
C-34	Nov. 2015	1.20 m	455690.40 m	8830110.66 m
C-35	Nov. 2015	1.50 m	456001.78 m	8830247.21 m
C-36	Nov. 2015	1.50 m	456194.10 m	8830331.54 m
C-37	Nov. 2015	0.90 m	456313.16 m	8830383.75 m
C-38	Nov. 2015	0.80 m	456464.27 m	8830450.01 m
C-39	Nov. 2015	1.50 m	456597.06 m	8830508.24 m

Nombre	Fecha	Nivel Freático	ESTE	NORTE
C-40	Abr. 2015	0.80 m	456094.48 m	8830963.64 m
C-41	Abr. 2015	0.70 m	456180.54 m	8830762.04 m
C-42	Abr. 2015	0.70 m	456318.93 m	8830448.64 m
C-43	Abr. 2015	0.60 m	456458.24 m	8830134.36 m
C-44	Ene. 2016	1.30 m	455971.63 m	8830114.84 m
C-45	Ene. 2016	1.30 m	455870.68 m	8830061.57 m
C-46	Ene. 2016	1.10 m	455760.83 m	8830013.05 m
C-47	Ene. 2016	1.20 m	456285.49 m	8830243.25 m
C-48	Ene. 2016	1.20 m	456387.37 m	8830291.60 m
C-49	Ene. 2016	1.20 m	456491.27 m	8830339.11 m
C-50	Ene. 2016	1.30 m	456599.74 m	8830386.21 m
C-51	Jul. 2013	1.00 m	455552.62 m	8830798.31 m
C-52	Jul. 2013	1.10 m	455621.52 m	8830829.09 m
C-53	Jul. 2013	1.40 m	455666.99 m	8830849.46 m
C-54	Jul. 2013	1.40 m	455739.74 m	8830884.89 m
C-55	Jul. 2013	1.10 m	455826.44 m	8830929.20 m
C-56	Jul. 2013	1.20 m	455883.59 m	8830951.82 m
C-57	Jul. 2013	0.90 m	455956.96 m	8830985.99 m
C-58	Jul. 2013	0.90 m	456048.68 m	8831023.04 m
C-59	Jul. 2013	0.70 m	456133.09 m	8831060.38 m
C-60	Jul. 2013	0.70 m	456200.45 m	8831086.93 m
C-61	Jul. 2013	0.70 m	456279.52 m	8831115.68 m
C-62	Ago. 2017	1.20 m	455707.84 m	8830983.51 m
C-63	Ago. 2017	1.25 m	455845.54 m	8830667.53 m
C-64	Jul. 2021	1.50 m	455751.72 m	8830627.98 m
C-65	Dic. 2016	1.40 m	456491.16 m	8831028.67 m
C-66	Dic. 2016	1.40 m	456388.45 m	8830968.93 m
C-67	Dic. 2016	1.50 m	456295.17 m	8831263.45 m
C-68	Oct. 2016	1.40 m	455609.72 m	8831320.04 m
C-69	Oct. 2016	1.40 m	455705.93 m	8831358.57 m
C-70	Oct. 2016	1.45 m	455797.83 m	8831394.12 m
C-71	Oct. 2016	1.40 m	455893.08 m	8831431.02 m
C-72	Oct. 2016	1.45 m	455984.31 m	8831465.23 m
C-73	Nov. 2015	1.00 m	455933.85 m	8831040.57 m
C-74	Nov. 2015	1.00 m	455978.24 m	8830939.93 m
C-75	Nov. 2015	1.40 m	456067.04 m	8830738.65 m
C-76	Nov. 2015	0.90 m	456119.51 m	8830619.71 m
C-77	Nov. 2015	1.30 m	456196.20 m	8830445.87 m
C-78	Nov. 2015	0.90 m	456268.85 m	8830281.18 m
C-79	Nov. 2015	1.20 m	456349.57 m	8830098.20 m
C-80	Nov. 2015	0.70 m	456418.19 m	8829942.66 m

Nombre	Fecha	Nivel Freático	ESTE	NORTE
C-81	Nov. 2015	1.50 m	456014.99 m	8830559.43 m
C-82	Nov. 2015	1.50 m	456071.61 m	8830431.39 m
C-83	Nov. 2015	1.50 m	456160.59 m	8830230.19 m
C-84	Nov. 2015	1.00 m	456229.35 m	8830074.72 m
C-85	Nov. 2015	1.30 m	456358.77 m	8829782.06 m
C-86	Nov. 2015	0.30 m	455633.86 m	8830217.95 m
C-87	Nov. 2015	1.00 m	455936.45 m	8830349.63 m
C-88	Nov. 2015	1.40 m	456124.42 m	8830431.44 m
C-89	Nov. 2015	0.80 m	456275.71 m	8830497.28 m
C-90	Nov. 2015	1.10 m	456413.25 m	8830557.14 m
C-91	Nov. 2015	1.50 m	455913.90 m	8830517.97 m
C-92	Nov. 2015	1.00 m	455971.01 m	8830390.15 m
C-93	Nov. 2015	0.90 m	456060.74 m	8830189.28 m
C-94	Nov. 2015	1.00 m	456130.08 m	8830034.07 m
C-95	Nov. 2015	1.30 m	456223.89 m	8829824.07 m
C-96	Set. 2021	1.30 m	456012.06 m	8829702.48 m
C-97	Nov. 2016	1.40 m	455290.98 m	8831372.04 m
C-98	Nov. 2016	1.40 m	455346.64 m	8831341.09 m
C-99	Nov. 2016	1.50 m	455295.71 m	8831255.47 m
C-100	Nov. 2016	1.50 m	455466.94 m	8831264.14 m
C-101	May. 2019	0.65 m	455806.71 m	8830826.14 m
C-102	May. 2019	0.67 m	455814.41 m	8830835.95 m
C-103	May. 2019	0.80 m	455817.09 m	8830825.01 m
C-104	Jun. 2016	2.00 m	455454.86 m	8830881.57 m
C-105	Jun. 2016	2.00 m	455445.95 m	8830375.16 m
C-106	Jun. 2016	1.30 m	455486.15 m	8830150.03 m
C-107	Set. 2021	1.60 m	455764.15 m	8830782.59 m
C-108	Set. 2021	3.50 m	455474.22 m	8829988.58 m
C-109	Set. 2021	3.90 m	455428.69 m	8829808.71 m
C-110	Set. 2021	4.00 m	455913.38 m	8829614.13 m
C-111	Set. 2021	3.90 m	456095.13 m	8829661.16 m
C-112	Set. 2021	3.75 m	456678.88 m	8829885.62 m
C-113	Set. 2021	2.60 m	456689.89 m	8830064.60 m
C-114	Set. 2021	1.70 m	455570.31 m	8830426.16 m
C-115	Set. 2021	4.00 m	455413.46 m	8830577.10 m
C-116	Set. 2021	4.00 m	455484.46 m	8830248.06 m
C-117	Set. 2021	5.50 m	455491.65 m	8829690.05 m
C-118	Set. 2021	5.30 m	455692.20 m	8829618.12 m
C-119	Set. 2021	4.80 m	456803.27 m	8829937.40 m
C-120	Set. 2021	3.00 m	455130.18 m	8831315.72 m
C-121	Set. 2021	3.00 m	455460.50 m	8831044.75 m

Nombre	Fecha	Nivel Freático	ESTE	NORTE
C-122	Set. 2021	3.50 m	455443.55 m	8830869.00 m
C-123	Set. 2021	3.50 m	456360.53 m	8829729.70 m
C-124	Set. 2021	5.00 m	457008.51 m	8830068.90 m

Anexo 5: Calicatas con datos de capacidad portante

Nombre	Capacidad Portante (kg/cm ²)	ESTE	NORTE
C-1	1.98	455502.46	8830898.57
C-2	1.07	455346.06	8831326.89
C-3	0.90	455686.49	8831000.23
C-4	0.90	455426.02	8831381.56
C-5	1.00	456089.40	8830767.94
C-6	1.00	456317.21	8830196.62
C-7	1.51	455806.71	8830826.14
C-8	1.50	455814.41	8830835.95
C-9	1.51	455817.09	8830825.01
C-10	1.58	455557.61	8830052.43
C-11	1.45	455690.40	8830110.66
C-12	1.58	456001.78	8830247.21
C-13	0.85	456194.10	8830331.54
C-14	0.84	456313.16	8830383.75
C-15	0.96	456464.27	8830450.01
C-16	0.52	456094.48	8830963.64
C-17	0.83	456180.54	8830762.04
C-18	0.70	456318.93	8830448.64
C-19	0.54	456458.24	8830134.36
C-20	1.50	455579.82	8831069.17

Anexo 6: Cálculo de capacidad portante

C-10

Peso específico	0.0019 kg/cm ³
Peso sat	0.0019 kg/cm ³
Cohesión	0.47 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	150 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	150 cm
D2	50 cm
d	-50 cm
Nc	5.14
Nq	1
N _γ	0
Fs	3
γ'	0.0009 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
F _{γs}	0.6
F _{γd}	1
F _{γi}	1
qu	4.75 kg/cm ²
qadm	1.58 kg/cm ²

C-11

Peso específico	0.00185 kg/cm ³
Peso sat	0.00189 kg/cm ³
Cohesión	0.43 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	120 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	120 cm
D2	80 cm
d	-80 cm
Nc	5.14
Nq	1
N _γ	0
Fs	3
γ'	0.00089 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
F _{γs}	0.6
F _{γd}	1
F _{γi}	1
qu	4.34 kg/cm ²
qadm	1.45 kg/cm ²

C-12

Peso específico	0.00188 kg/cm ³
Peso sat	0.0019 kg/cm ³
Cohesión	0.47 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	150 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	150 cm
D2	50 cm
d	-50 cm
Nc	5.14
Nq	1
N γ	0
Fs	3
γ'	0.0009 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
F γ s	0.6
F γ d	1
F γ i	1
qu	4.75 kg/cm ²
qadm	1.58 kg/cm ²

C-13

Peso específico	0.0017 kg/cm ³
Peso sat	0.0019 kg/cm ³
Cohesión	0.24 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	150 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	150 cm
D2	50 cm
d	-50 cm
Nc	5.14
Nq	1
N γ	0
Fs	3
γ'	0.0009 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
F γ s	0.6
F γ d	1
F γ i	1
qu	2.56 kg/cm ²
qadm	0.85 kg/cm ²

C-14

Peso específico	0.0017 kg/cm ³
Peso sat	0.0019 kg/cm ³
Cohesión	0.24 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	90 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	90 cm
D2	110 cm
d	-110 cm
Nc	5.14
Nq	1
N γ	0
Fs	3
γ'	0.0009 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
F γ s	0.6
F γ d	1
F γ i	1
qu	2.51 kg/cm ²
qadm	0.84 kg/cm ²

C-15

Peso específico	0.0017 kg/cm ³
Peso sat	0.0019 kg/cm ³
Cohesión	0.28 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	80 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	80 cm
D2	120 cm
d	-120 cm
Nc	5.14
Nq	1
N γ	0
Fs	3
γ'	0.0009 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
F γ s	0.6
F γ d	1
F γ i	1
qu	2.88 kg/cm ²
qadm	0.96 kg/cm ²

C-16

Peso específico	0.0016 kg/cm ³
Peso sat	0.0019 kg/cm ³
Cohesión	0.14 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	80 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	80 cm
D2	120 cm
d	-120 cm
Nc	5.14
Nq	1
N γ	0
Fs	3
γ'	0.0009 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
Fys	0.6
Fyd	1
Fyi	1
qu	1.55 kg/cm ²
qadm	0.52 kg/cm ²

C-17

Peso específico	0.0017 kg/cm ³
Peso sat	0.0019 kg/cm ³
Cohesión	0.24 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	70 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	70 cm
D2	130 cm
d	-130 cm
Nc	5.14
Nq	1
N γ	0
Fs	3
γ'	0.0009 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
Fys	0.6
Fyd	1
Fyi	1
qu	2.49 kg/cm ²
qadm	0.83 kg/cm ²

C-18

Peso específico	0.0017 kg/cm ³
Peso sat	0.0019 kg/cm ³
Cohesión	0.2 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	70 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	70 cm
D2	130 cm
d	-130 cm
Nc	5.14
Nq	1
N γ	0
Fs	3
γ'	0.0009 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
F γ s	0.6
F γ d	1
F γ i	1
qu	2.11 kg/cm ²
qadm	0.70 kg/cm ²

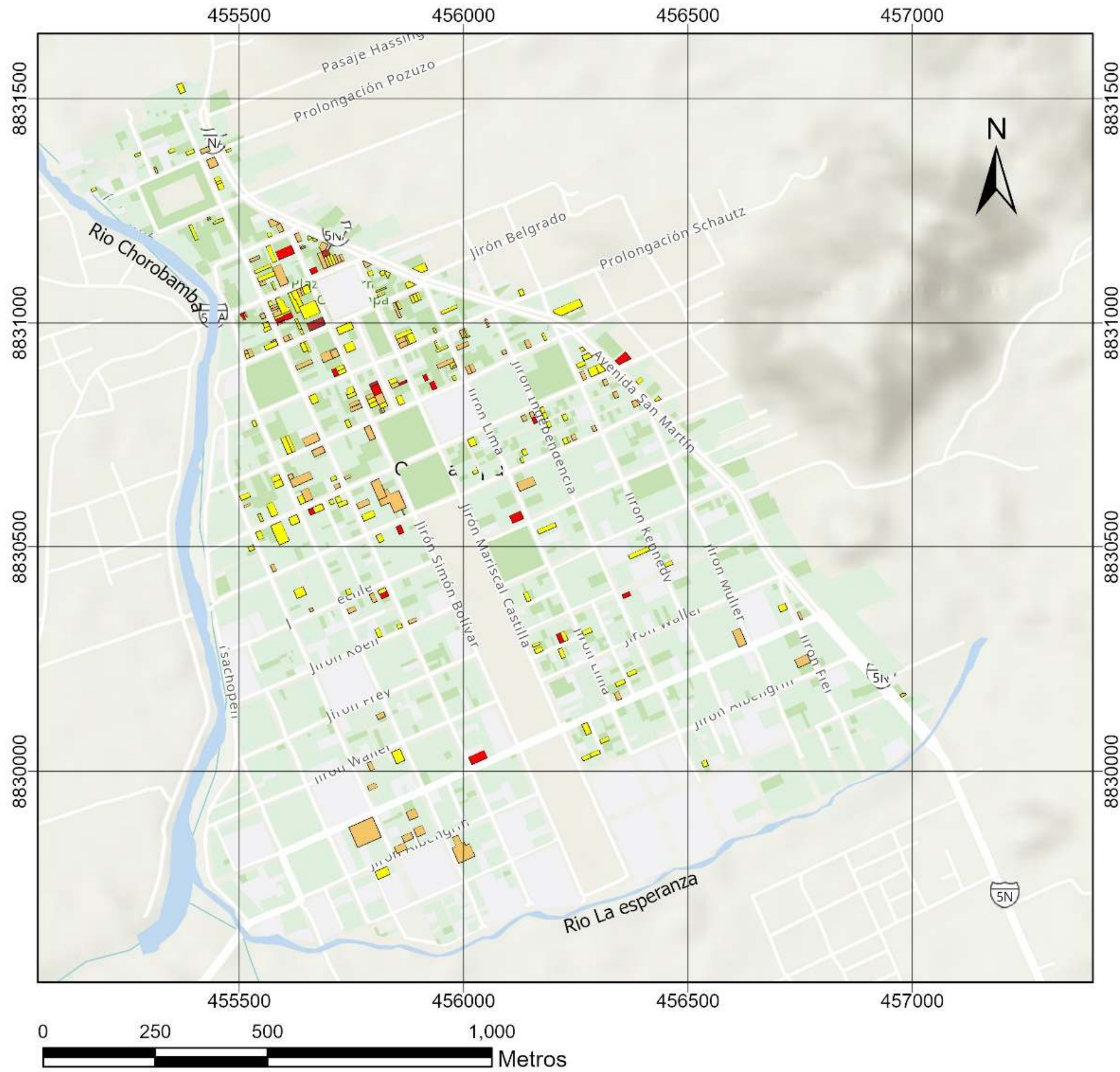
C-19

Peso específico	0.0016 kg/cm ³
Peso sat	0.0019 kg/cm ³
Cohesión	0.15 kg/cm ²
Angulo de fricción	0 °
tan(Φ)	0
sen(Φ)	0
NF	60 cm
Df	200 cm
B	150 cm
D1	60 cm
D2	140 cm
d	-140 cm
Nc	5.14
Nq	1
N γ	0
Fs	3
γ'	0.0009 kg/cm ³
β	0 °
Fcs	1.195
Fcd	1.533
Fci	1
Fqs	1
Fqd	1
Fqi	1
F γ s	0.6
F γ d	1
F γ i	1
qu	1.63 kg/cm ²
qadm	0.54 kg/cm ²

Anexo 7: Historial de sismos de magnitud 5.5 Mw a más.

Nombre	Fecha	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (km)	Magnitud (M)
1	19/11/1982	-10.6	-74.7	14	6.6
2	26/10/2014	-10.5754	-74.2476	131	6.2
3	13/08/2017	-10.7489	-74.6959	37	6.2
4	14/02/1970	-9.912	-75.542	27	6
5	30/09/1975	-9.604	-74.6	131	6
6	09/04/1991	-9.63	-74.68	133	6
7	26/05/2003	-9.644	-75.1847	32	6
8	30/10/2017	-10.8073	-74.8145	112	5.9
9	01/12/1968	-10.603	-74.809	43	5.8
10	18/03/1975	-10.106	-75.269	36	5.8
11	08/10/1977	-9.644	-74.658	128	5.8
12	02/11/1977	-10.046	-74.747	47	5.8
13	04/10/1999	-10.606	-75.6897	24	5.8
14	31/07/2003	-10.4961	-74.4696	181	5.8
15	20/03/1983	-10.5	-74.87	9	5.7
16	17/03/1992	-10.34	-74.89	25	5.7
17	21/02/2006	-10.2827	-75.6342	19	5.7
18	01/07/2008	-10.4024	-75.5861	8	5.7
19	15/07/2013	-9.7844	-74.7262	135	5.7
20	12/01/1965	-9.747	-74.983	36	5.6
21	21/05/1983	-10.59	-74.8	15	5.6
22	02/07/1995	-9.82	-75.68	26	5.6
23	06/04/1996	-10.1845	-74.9911	56	5.6
24	06/03/1998	-10.7348	-74.1493	34	5.6
25	10/03/1998	-10.8575	-74.232	24	5.6
26	20/10/2006	-9.8121	-74.9517	172	5.6
27	05/10/2016	-9.7901	-74.9788	168	5.6
28	30/10/2020	-10.2349	-75.2508	39	5.6
29	20/07/1980	-9.664	-74.961	119	5.5
30	21/01/1981	-10.587	-74.155	124	5.5
31	25/01/1981	-10.239	-75.537	129	5.5
32	16/06/1992	-10.8	-74.67	16	5.5
33	31/08/2004	-9.6061	-74.7252	133	5.5
34	13/03/2018	-10.3569	-75.1488	34	5.5
35	15/10/2018	-9.4996	-75.6939	127	5.5

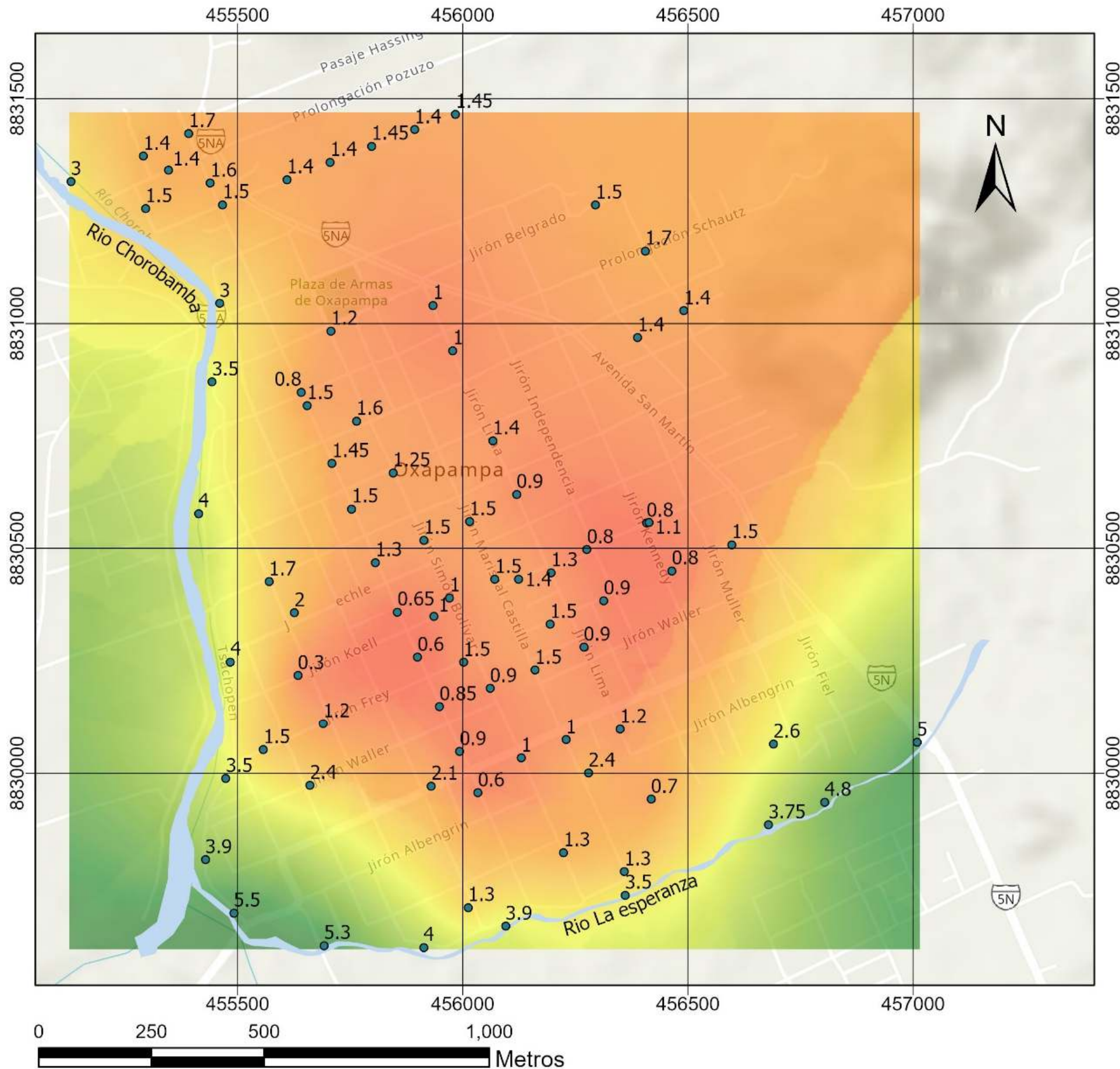
Anexo 8: Mapas temáticos



Leyenda

- Rio Chorobamba
- Número de Pisos**
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

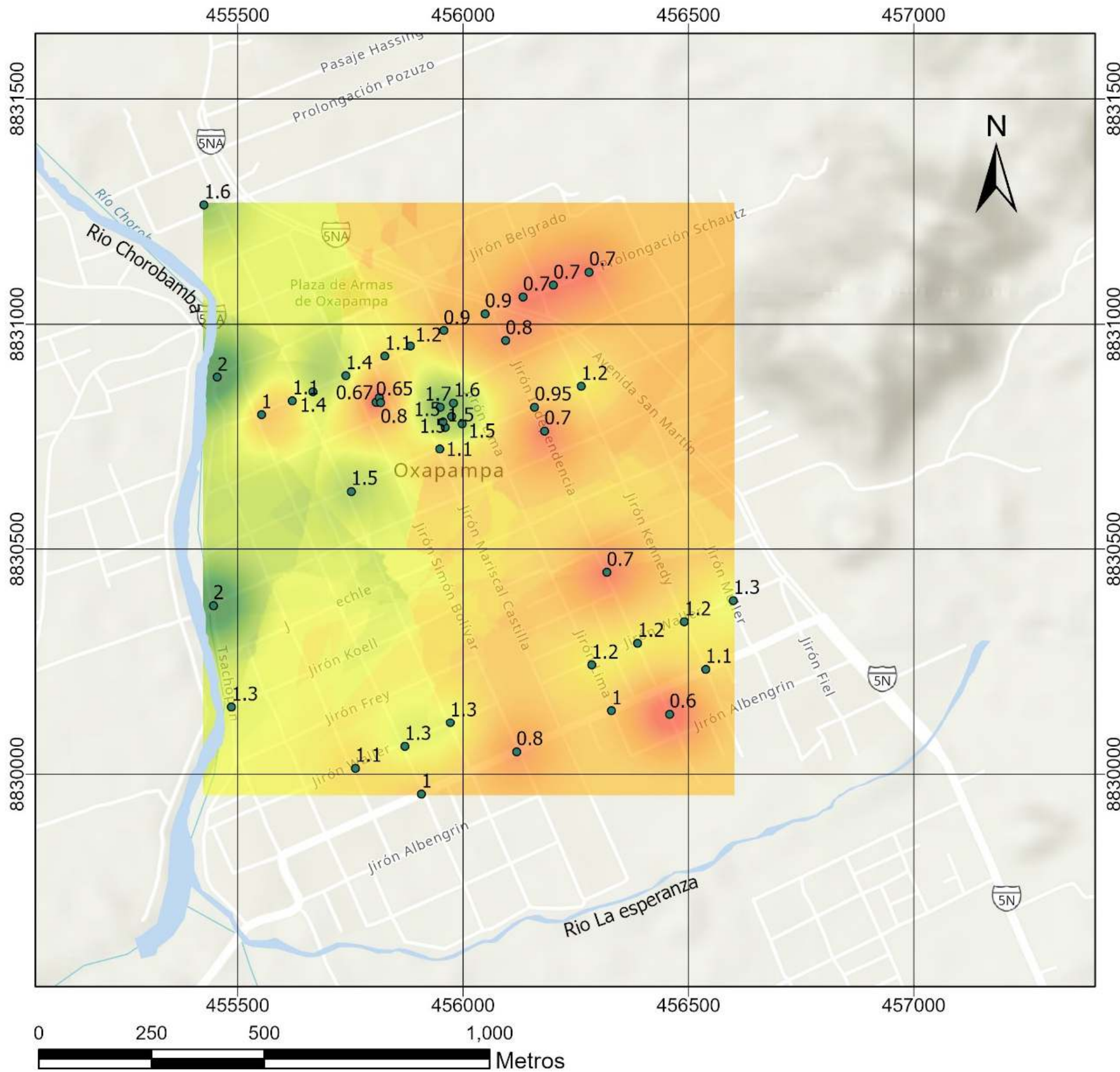
"INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS"		
PLANO DE ALTURA DE EDIFICACIONES		
Tesisista: Bach. Diego Walter Vera Silva		
Esc: 1/12000	Fecha: Set-2021	PA-1



Leyenda

- Calicatas época de estiaje
 - Rio Chorobamba
- Profundidad Napa freática
- 5.12 m
 - 0.80 m

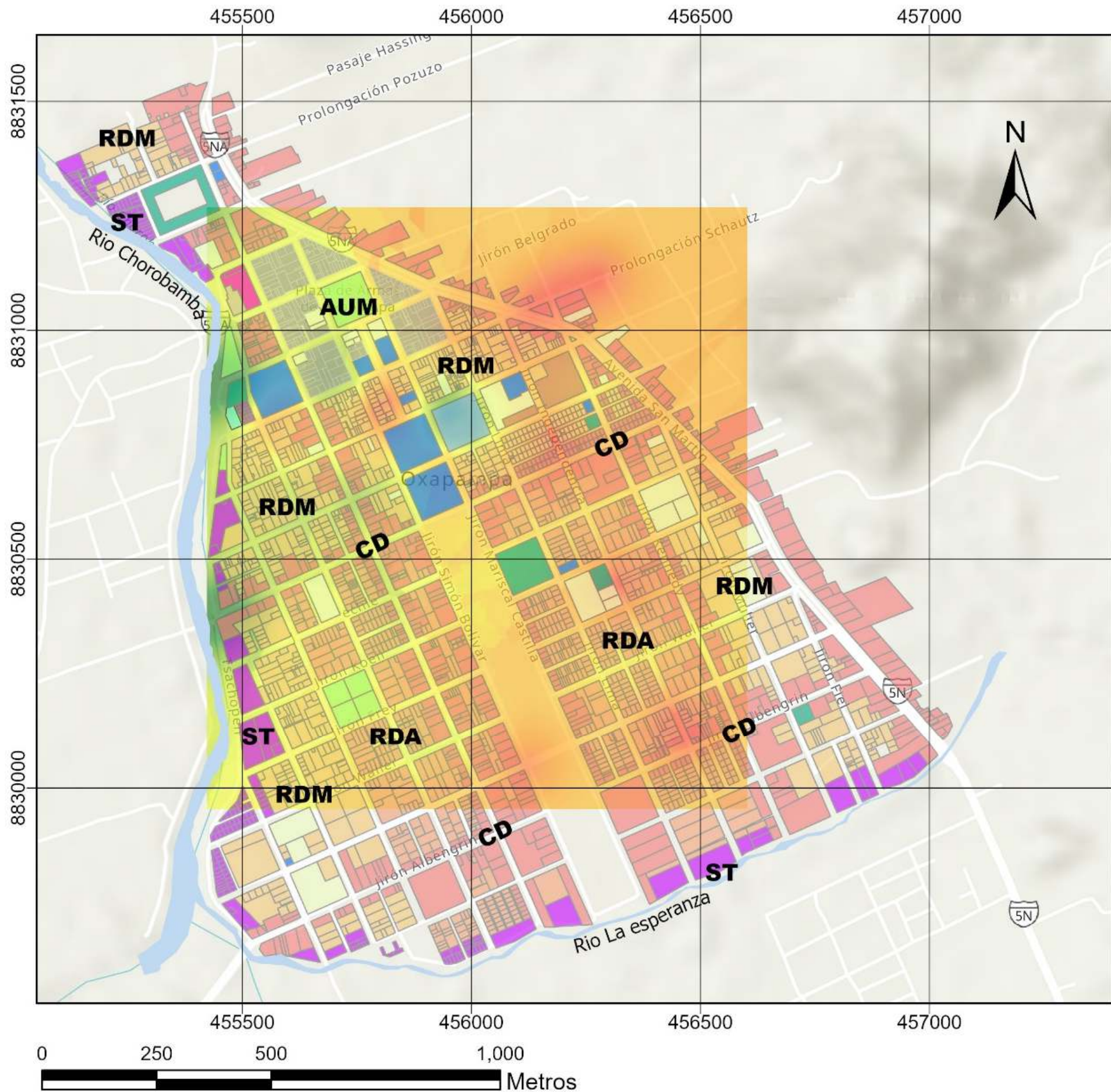
"INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS"		
PLANO DE NIVEL FREÁTICO - ESTIAJE		
Tesista: Bach. Diego Walter Vera Silva		
Esc: 1/12000	Fecha: Set-2021	NF-2



Leyenda

- Calicatas con Lluvias
 - Rio Chorobamba
- Profundidad napa freática
- 1.99 m
 - 0.60 m

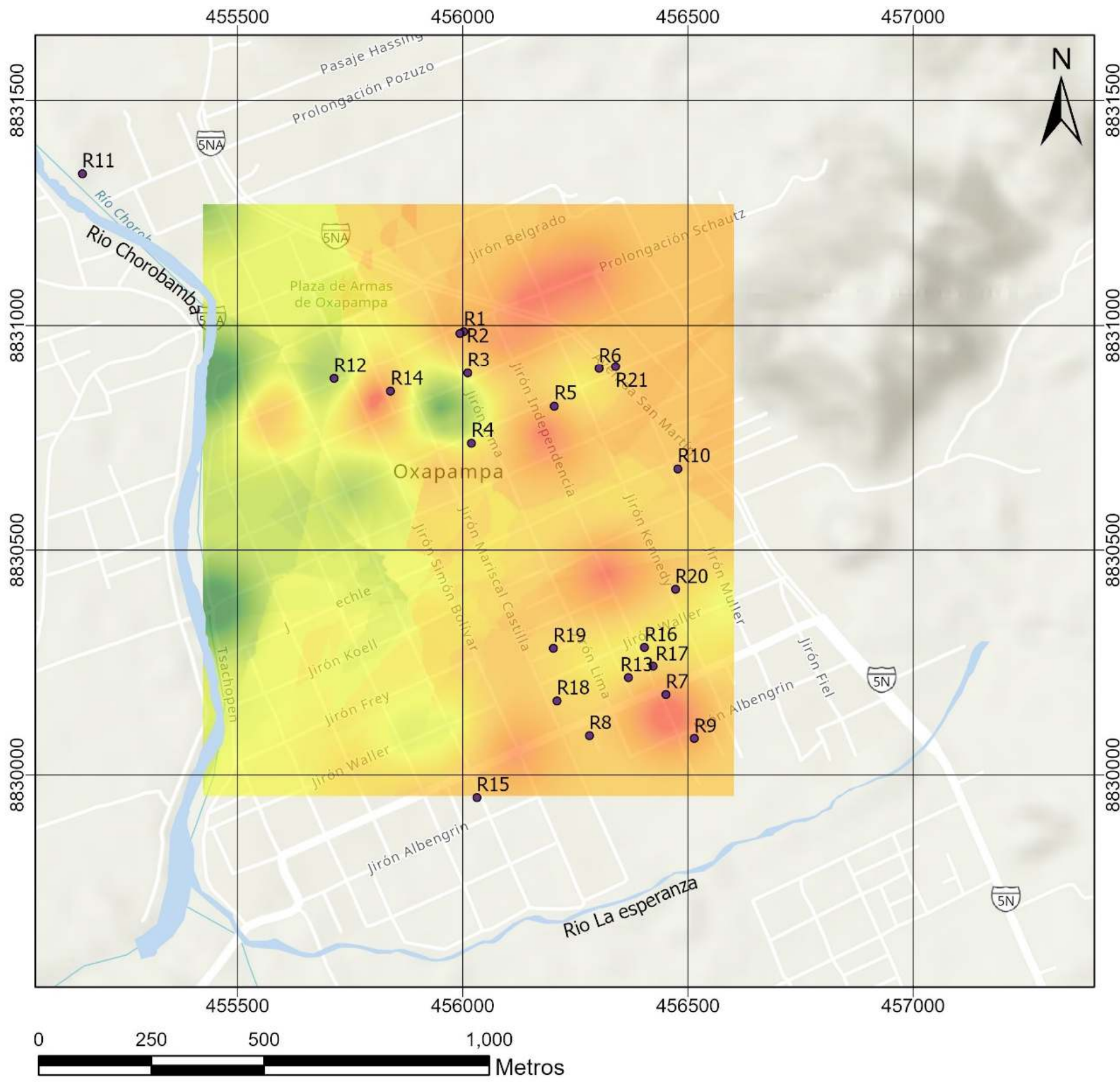
"INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS"		
PLANO DE NIVEL FREÁTICO - LLUVIAS		
Tesis: Bach. Diego Walter Vera Silva		
Esc: 1/12000	Fecha: Set-2021	NF-1



Leyenda

- Rio Chorobamba
- Uso de suelo**
- AMBIENTE URBANO MONUMENTAL (AUM)
- CENTRO COMERCIAL
- COMERCIO DISTRITAL (CD)
- EDUCACIÓN BÁSICA
- EDUCACIÓN SUPERIOR
- HOSPITAL GENERAL
- MERCADO DISTRITAL
- MERCADO SECTORIAL
- USOS ESPECIALES
- RECREACIÓN ACTIVA
- RESIDENCIAL DENSIDAD ALTA (RDA)
- RESIDENCIAL DENSIDAD MEDIA (RDM)
- RECREACIÓN PASIVA
- SERVICIOS TURÍSTICOS (ST)
- Profundidad napa freática**
- 1.99 m
- 0.60 m

"INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS"		
PLANO DE USO DE SUELOS		
Tesis: Bach. Diego Walter Vera Silva		
Esc: 1/12000	Fecha: Set-2021	PU-1



Leyenda

- Evidencias de grietas
 - Rio Chorobamba
- Profundidad napa freática
- 1.99 m
 - 0.60 m

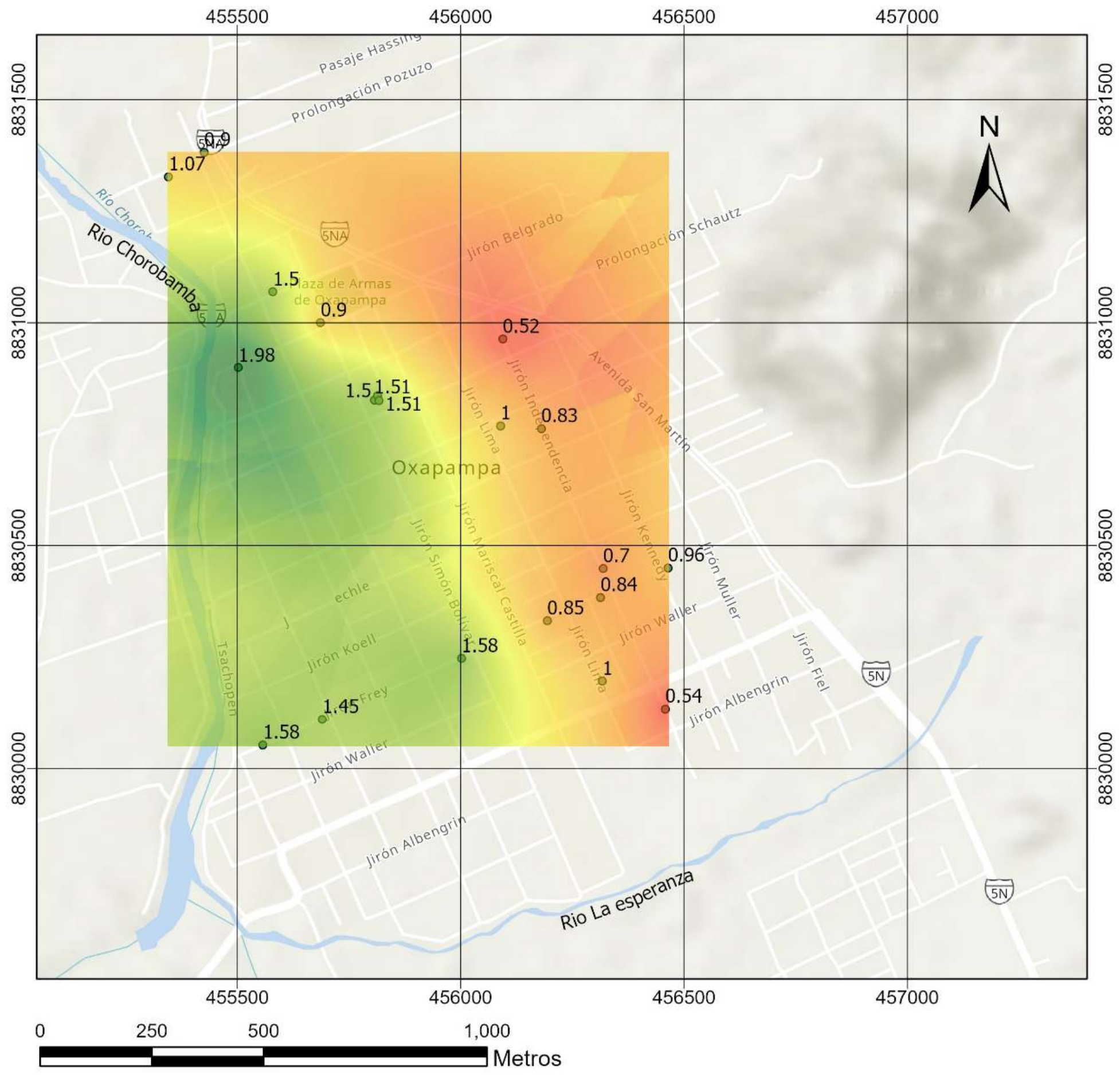
"INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS"		
PLANO DE EVIDENCIAS DE GRIETAS		
Tesisista: Bach. Diego Walter Vera Silva		
Esc: 1/12000	Fecha: Set-2021	PG-1



Leyenda

- Evidencias de grietas
- Rio Chorobamba

"INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS"		
PLANO DE EVIDENCIAS DE GRIETAS		
Tesisista: Bach. Diego Walter Vera Silva		
Esc: 1/12000	Fecha: Set-2021	PG-2



Leyenda

- Calicatas Cap Portante
 - Rio Chorobamba
- Capacidad Portante
- 1.90 kg/cm²
 - 0.60 kg/cm²

"INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS"		
PLANO DE CAPACIDAD PORTANTE		
Tesista: Bach. Diego Walter Vera Silva		
Esc: 1/12000	Fecha: Set-2021	CP-1

Anexo 9: Opinión de expertos

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: CARHUAYACA CAUTO ALEX ANTONIO

Cargo o Institución donde labora: COORDINADOR DE UERS - I.D.U. PROV. D. XAPAYARA

Título de la investigación: "Inseguridad en cimentaciones de edificaciones por napa freática alta en zonas urbanas"

Autor del Instrumento: Diego Walter Vera Silva

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado			55		
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables			50		
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica				78	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				70	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				76	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				79	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				80	

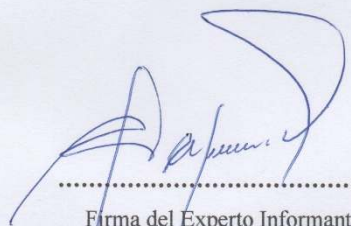
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				80	
Promedio de Validación					80	

Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración⁸⁰ % y opinión de aplicabilidad

- (...) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- (.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: *AYACUCHO, 07 SETIEMBRE 2021*



.....
Firma del Experto Informante

DNI N°: *40337826*

Teléfono: *942319904*

DIEGO WALTER VERA SILVA <diego.vera@urp.edu.pe>

Permiso para utilizar nombre y firma en Tesis Diego Vera

2 mensajes

DIEGO WALTER VERA SILVA <diego.vera@urp.edu.pe>
Para: alexito_cipjunin@hotmail.com

28 de noviembre de 2021, 15:47

Buenas tardes ingeniero Alex Carhuanca Cauto:

El motivo de la presente es para solicitar su permiso para publicar la opinión de experto que hizo sobre el cuestionario utilizado en la tesis: "INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS". También le solicito permiso para publicar su nombre y firma en la tesis mencionada.

Espero su respuesta.
Sin otro particular me despido
Atentamente

Bach. Diego Vera Silva.

Alex Antonio Carhuamaca Canto <alexito_cipjunin@hotmail.com>
Para: DIEGO WALTER VERA SILVA <diego.vera@urp.edu.pe>

28 de noviembre de 2021, 15:55

Buenas tardes Sr. Diego, le autorizo para poder hacer las publicaciones que necesita para lo necesario para su trabajo de investigación (sustentación). las disculpas por la demora, suerte y gracias.

Alex Antonio Carhuamaca Canto

INGENIERO CIVIL & SISTEMAS

CIP N. 98227

Movistar: 966054562 - 945122656

RMP: #966054562

Claro RPC: 957259624

Fijo: 064-213497

De: DIEGO WALTER VERA SILVA <diego.vera@urp.edu.pe>

Enviado: domingo, 28 de noviembre de 2021 03:47 p. m.

Para: alexito_cipjunin@hotmail.com <alexito_cipjunin@hotmail.com>

Asunto: Permiso para utilizar nombre y firma en Tesis Diego Vera

[El texto citado está oculto]

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: *Gómez Rosales Jefferson*
 Cargo o Institución donde labora: *Especialista en Infraestructura pública*
 Título de la investigación: "Inseguridad en cimentaciones de edificaciones por napa freática alta en zonas urbanas"
 Autor del Instrumento: Diego Walter Vera Silva

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					85%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					82%
4. Organización	Existe una organización lógica					90%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					85%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85%
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				75%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					82%

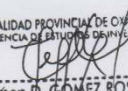
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85%
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					90%
Promedio de Validación						

Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración⁸⁵% y opinión de aplicabilidad

- (X.) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- (.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE OYAYBAMPA
 SUB GERENCIA DE ESTUDIOS E INVESTIGACION

 Ing. Jefferson D. GOMEZ ROSALES
 ESPECIALISTA EN INFRAESTRUCTURA ROBLTORA

Firma del Experto Informante
 DNI N°: 71075275
 Teléfono: 980127944

Oxapampa, 28 de noviembre de 2021

Por la presente, autorizo al Bach. Diego Walter Vera Silva de que pueda utilizar mi opinión de experto del cuestionario utilizado en la tesis: "INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS" para la elaboración y publicación de la misma.

Sin otro particular, me despido.
Atentamente,


.....
 Jefferson B. GÓMEZ ROSALES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 241361

Nombre: *Jefferson David Gómez Rosales*
DNI: *71075275*

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Perez Taype Grancarlo José

Cargo o Institución donde labora: Municipalidad Provincial de Osajimpe

Título de la investigación: "Inseguridad en cimentaciones de edificaciones por napa freática alta en zonas urbanas"

Autor del Instrumento: Diego Walter Vera Silva

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				80	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				70	
4. Organización	Existe una organización lógica					95
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					90
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					95

9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					90
Promedio de Validación						

Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración ..86.....% y opinión de aplicabilidad

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- (.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha:



Giancarlo J. Pérez Taype
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 245210

Firma del Experto Informante

DNI N°: 71266550

Teléfono: 982 110 917

28/11/21 19:22

Correo de Universidad Ricardo Palma - Permiso para usar nombre y firma en tesis Diego Vera

DIEGO WALTER VERA SILVA <diego.vera@urp.edu.pe>

Permiso para usar nombre y firma en tesis Diego Vera

2 mensajes

DIEGO WALTER VERA SILVA <diego.vera@urp.edu.pe>
Para: ing.giancarloperez@gmail.com

28 de noviembre de 2021, 18:43

Buenas tardes ingeniero Giancarlo Perez Taype:

El motivo de la presente es para solicitar su permiso para publicar la opinión de experto que hizo sobre el cuestionario utilizado en la tesis: "INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS". También le solicito permiso para publicar su nombre y firma en la tesis mencionada.

Espero su respuesta, muchas gracias
Sin otro particular me despido
Atentamente

Bach. Diego Vera Silva.

DIEGO WALTER VERA SILVA <diego.vera@urp.edu.pe>
Borrador

28 de noviembre de 2021, 19:22

28/11/21 19:23

Correo de Universidad Ricardo Palma - Respuesta a lo solicitado

DIEGO WALTER VERA SILVA <diego.vera@urp.edu.pe>

Respuesta a lo solicitado

1 mensaje

Giancarlo Jose Perez Taype <ing.giancarloperez@gmail.com>
Para: DIEGO WALTER VERA SILVA <diego.vera@urp.edu.pe>

28 de noviembre de 2021, 19:16

Buenas noches Bach. Diego Vera

En respuesta a lo solicitado, doy permiso y autorizo publicar la opinión que realice sobre el cuestionario utilizado en la tesis: "INSEGURIDAD EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES POR NAPA FREÁTICA ALTA EN ZONAS URBANAS", así como publicar mi nombre y mi firma en la tesis en mención.

Atentamente

Ing. Giancarlo José Perez Taype
DNI: 71266550
CIP: 245210

Anexo 10: Permisos de Municipalidad Provincial de Oxapampa.



Oxapampa, 13 de setiembre de 2021

Por la presente, autorizamos al Bach. Diego Walter Vera Silva a fin de que pueda utilizar los datos, figuras y tablas de la Municipalidad Provincial de Oxapampa para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular, me despido.
Atentamente,


Nombre: *Juan Valerio Mendoza Salazar*
DNI: *44418709*

*Asistente técnico Subgerente
de Supervisión, Liquidación*



MUNICIPALIDAD
DE OXAPAMPA
Provincia Sostenible

SUBGERENCIA DE PLANIFICACION URBANA, RURAL Y CATASTRO

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Oxapampa, 10 de setiembre del 2021

CARTA N° 350-2021-MPO-GIDUyR-SGPURyC

SEÑOR:

**MSC. ING. CARLOS SEBASTIAN CALVO
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.
Presente. -**

ASUNTO : Brindar Información a Tesista.

Referencia : Expediente Administrativo N° 7866-2021.

Me es grato saludarlo cordialmente a nombre de la Subgerencia de Planificación Urbana, Rural y Catastro de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, asimismo para comunicarle que según documento de la Referencia solicitan Autorización para realizar exploraciones de suelo para ubicar el nivel de agua subterráneo y determinar la capacidad portante del terreno.

De acuerdo a lo solicitado se Autoriza tales exploraciones en zonas de áreas verde como en los malecones del Rio la Esperanza y el Rio Chorobamba, como las dimensiones las exploraciones podrán tener 1 m de largo X 0.60 m de ancho X 3m de profundidad.

Asimismo debe tomar en cuenta que se autoriza dichos trabajos con la condición tomando en cuenta las normas de seguridad y con el compromiso de dejar el lugar en su estado inicial; y la Municipalidad Provincial de Oxapampa, en coordinación con la Subgerencia de Planificación Urbana, Rural y Catastro, realizará la fiscalización de los trabajos a realizarse.

NOTA: NO SE AUTORIZA REALIZAR EXCAVACIONES EN CALZADAS; (Afirmadas y Pavimentadas)

Sin otro particular, es ocasión propicia para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,


MUNICIPALIDAD DE OXAPAMPA
Provincia Sostenible

Arq. Edgar Ospina Sotelo
CAP. 5447
SUBGERENTE DE PLANIFICACION URBANA, RURAL Y CATASTRO