

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSTGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIAS

SECCIÓN: INGENIERÍA

MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN
FUNCION DE LA VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO”**

Presentado por:

IBETH MARISOL GROZO ABANTO

Asesor (a):

Dr. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA, PERÚ

2015

COPYRIGHT © 2015 by
IBETH MARISOL GROZO ABANTO
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSTGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIAS

SECCIÓN: INGENIERÍA

MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN
FUNCION DE LA VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO”**

Presentado por:

IBETH MARISOL GROZO ABANTO

Comité Científico

Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
Asesor

M.Cs. José Marchena Araujo
Miembro de Comité Científico

M.Cs. Mauro Centurión Vargas.
Miembro de Comité Científico

M.Cs. Jaime Amorós Delgado
Miembro de Comité Científico

Cajamarca, Perú

2015

DEDICATORIA

A DIOS Y A LA VIRGEN

Gracias a Dios por darme la vida, las bendiciones, las oportunidades en mi camino para lograr todas las metas a lo largo de mi vida.

A la Virgen María, por guiarme en el camino del bien y tender su manto divino para protegerme y darme fortaleza para seguir adelante.

A MI ESPOSO E HIJOS

A mi esposo Walter, por el apoyo brindado en el tiempo en el que el estudio y trabajo me mantuvo alejada de la familia.

A mis hijos Walter Grabiél de Jesús y Ana Valentina por ser la fuente de constante inspiración, superación personal y por ser una razón para seguir adelante.

A MI MADRE

Ana Elena, por su amor y apoyo incondicional desde mis primeros días de vida, siendo parte de mis sueños, alegrías y tristezas.

A MIS HERMANOS

Por su aliento para que culmine este proyecto y por estar siempre allí.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor el Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno por su invaluable apoyo, para llevar adelante mi Tesis.

A los docentes de la escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, quienes con su experiencia y dedicación volcaron sus conocimientos para el desarrollo de esta tesis.

A La Asociación Los Andes de Cajamarca, por haberme permitido participar y utilizar información necesaria para el desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN	01
1.1 Planteamiento del problema	01
1.1.1. Contextualización	01
1.1.2. Descripción del problema	06
1.1.3. Formulación del problema	06
1.2 Justificación e importancia de la investigación	06
1.2.1. Justificación práctica	07
1.2.2. Justificación institucional y personal	07
1.3 Delimitación de la investigación	08
1.4 Limitaciones	08
1.5 Objetivos de la investigación	09
1.5.1. Objetivo general	09
1.5.2. Objetivos específicos	09

CAPITULO II

MARCO TEORICO	10
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial	10
2.1.1. Antecedentes teóricos	10
2.1.2. Antecedentes históricos	13
2.2. Marco doctrinal	14
2.2.1 Teoría de la generación de sismos	14
2.2.2. Teoría de las placas tectónicas	15
2.2.3. Teoría del silencio sísmico	17
2.2.4. Teoría de la dilatación	18
2.2.5. Teoría del riesgo sísmico	20
2.2.6. Teoría de la vulnerabilidad sísmica	20
2.3. Marco conceptual	21
2.3.1. Comportamiento sísmico de las construcciones de adobe	22
2.3.2. Fuerzas sísmicas horizontales	22
2.3.3 Esfuerzos admisibles	24
2.3.4 Reglamentos, normativas a usar en la investigación	30
2.4 Definición de términos básicos	32

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS	37
3.1 Hipótesis	37
3.1.1. Hipótesis general	37
3.1.2. Hipótesis específicas	37
3.2. Variables / categorías	37
3.3. Operacionalización / categorización de los componentes de la hipótesis	38

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO	39
4.1. Ubicación geográfica	39
4.2. Diseño de la investigación	40
4.2.1. Recopilación de la información necesaria de fuentes fidedignas	40
4.2.1.1 Situación actual del inmueble	40
4.2.1.2 Obtención de datos	42
4.2.2. Análisis y utilización de la información obtenida	46
4.2.2.1 Ficha de encuesta	46
4.2.2.2 Ficha de reporte	49

4.2.3. Análisis e interpretación de la información	51
4.3. Métodos de investigación	51
4.3.1. Método descriptivo	52
4.3.2. Método cuantitativo	52
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación	53
4.4.1. Universo	53
4.4.2. Población	54
4.4.3. Muestra	55
4.4.4. Unidad de análisis	55
4.4.5. Unidad de observación	55
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	55
4.5.1. Técnicas de recopilación de información	55
4.5.1.1 Trabajo de campo	56
4.5.1.2 Trabajo de gabinete	56
4.5.1.3 Fase informativa	57
4.5.2. Instrumentos de recopilación de información	57
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de información	57
4.6.1 Técnicas para el procesamiento de información	57
4.6.2 Análisis de la información	58

4.6.2.1	Ficha de encuesta	58
4.6.2.2	Ficha de reporte	62
4.7.	Equipos, materiales, insumos	81
4.8.	Matriz de consistencia metodológica	82
CAPITULO V		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
5.1.	Presentación de resultados	83
5.2.	Análisis, interpretación y discusión de resultados	86
5.2.1.	Comparación de resultados obtenidos con programa computacional	88
5.2.1.1	Parámetros utilizados para el análisis y diseño estructural	88
5.2.1.2	Análisis estructural	90
5.2.1.3	Presentación de resultados	91
5.3.	Contrastación de hipótesis	96
CAPITULO VI		
PROPUESTA		
6.1.	Formulación de la propuesta para solución del problema	97
6.2.	Costos de implementación de la propuesta	97
6.3.	Beneficios que aporta la propuesta	98

CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

ANEXOS	103
---------------	------------

Anexo 01: Resolución N° 2900 -1972-ED.

Anexo 02: Cuadro de declaratoria de monumentos.

Anexo 03: Plano de ubicación y linderos.

Anexo 04: a. Aprobación del levantamiento arquitectónico del estado actual del Teatro Cajamarca (2011).

b. Conformidad de los estudios de prospección arqueológica, estructural y estratigráfica del Teatro Cajamarca (2012).

c. Aprobación del Estudio Histórico (2012)

Anexo 05: Planos de levantamiento arquitectónico.

Anexo 06: Estudio de mecánica de suelos.

Anexo 07: Estudio de resistencia a la compresión y flexión de unidades de adobe.

Anexo 08: a. Ficha de Evaluación de Daños.

b. Explicación para el llenado de la ficha de evaluación de daños para edificaciones de adobe.

INDICE DE TABLAS

CAPITULO II

Tabla 2.01. Factor de suelo (RNE-NTE 080, 2006)	23
Tabla 2.02. Factor de uso (RNE-NTE 080, 2006)	23
Tabla 2.03. Coeficiente sísmico (RNE-NTE 080, 2006)	23
Tabla 2.04. Coeficiente de reducción (Buena Tierra, 2001)	26
Tabla 2.05. Valores de K en edificaciones de un nivel (Buena Tierra, 2001)	29
Tabla 2.06. Valores de K en edificaciones de dos niveles (Buena Tierra, 2001)	29
Tabla 2.07. Valores de E y f_m , según tipo de adobe y mortero (Buena Tierra, 2001)	29

CAPITULO IV

Tabla 4.01. Tabla resumen de las condiciones de cimentación (Serlit, 2012)	44
Tabla 4.02. Resumen de Declaratoria de Monumentos	53
Tabla 4.03. Resumen de factores (elab. Propia)	64
Tabla 4.04. Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica	67
Tabla 4.05. Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica	67
Tabla 4.06. Combinaciones de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica	68
Tabla 4.07. Ejemplo para evaluar la vulnerabilidad sísmica	69
Tabla 4.08. Valores de los parámetros del peligro sísmico	69
Tabla 4.09. Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico	70
Tabla 4.10. Combinaciones de los parámetros para la evaluación del peligro sísmico	70

Tabla 4.11. Ejemplo para evaluar el peligro sísmico	71
Tabla 4.12. Calificación del riesgo sísmico	71
 CAPITULO IV	
Tabla 5.01. Análisis por sismo - dos pisos	83
Tabla 5.02. Análisis por sismo - un piso	83
Tabla 5.03. Tabla de verificación de muro a corte - dos pisos	84
Tabla 5.04. Tabla de verificación de muro a corte - un piso	84
Tabla 5.05. Estabilidad de los muros al volteo	85
Tabla 5.06. Factores influyentes para el riesgo sísmico	85
Tabla 5.07. Calificación del riesgo sísmico	86
Tabla 5.08. Parámetros utilizados en el etabs	89
Tabla 5.09. Propiedades mecánicas de los materiales	89

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Fig. 1.01. Mapa de Zonas Sísmicas del Perú. (RNE-2009)	2
Fig. 1.02. Mapa de Intensidades Sísmicas Locales - INDECI 2005	2
Fig. 1.03. (a) Cine Teatro Cajamarca 1922. (b) Teatro Cajamarca 1956. (Fototeca archivo Regional Cajamarca)	3
Fig. 1.04. Cierre de vanos	3
Fig. 1.05. (a) Fachada principal (Jr. Apurímac) del Teatro Cajamarca (b) Fachada Posterior (Pasaje Atahualpa) del Teatro Cajamarca	4
Fig. 1.06. Fachadas laterales (Jr. Junín) del Teatro Cajamarca	4
Fig. 1.07. Superficies externas con humedad contenida y fisuras presentes. Fuente Estudio de Prospección Arqueológica, Estructural y Estratigráfica del Teatro Cajamarca Realizado por Serlit S.R.L en el año 2012	5
Fig. 1.08. (a) Grieta entre vereda, muro y vivienda colindante (b). Falla de desgarro en la unión de muros	5
Fig. 1.09. Grieta en zócalo de piedra y muros de adobe	6

CAPITULO II

Fig. 2.01. Teoría de generación de sismos (deriva continental).- Alfred Wegener	14
Fig. 2.02. Teoría de la distribución de las placas- Alfred Wegener	15
Fig. 2.03. Mapa que muestra las placas tectónicas y su dirección de empuje. Fuente: Editorial Vicens Vives.	16
Fig. 2.04. Desarrollado de ondas sísmicas	18
Fig. 2.05. Ensayo de compresión axial (NTE-080, 2006)	24

Fig. 2.06. Ensayo de compresión diagonal (NTE-080, 2006)	25
Fig. 2.07. Muro bajo carga vertical (Buena Tierra 2001)	26
Graf. 2.01. Determinación del Coeficiente de reducción por esbeltez del muro (Urbano Tejada, 2001)	28

CAPITULO IV

Fig. 4.01 Ubicación del teatro Cajamarca	39
Fig. 4.02 (a), (b) y (c), Verificación de las excavaciones de calicatas	43
Fig. 4.03. Modelo ficha de encuesta	48
Fig. 4.04. Modelo ficha de reporte	50
Fig. 4.05 Tipo de material, según Declaratoria de Monumentos	54
Fig. 4.06 Tipo de monumento, según Declaratoria de Monumentos	54
Fig. 4.07. Ficha de encuesta	61
Fig. 4.08.a. Ficha de reporte (dos pisos)	73
Fig. 4.06.b. Ficha de reporte (un piso)	74
Fig. 4.06.c. Ficha de reporte (planta de distribución primer nivel)	75
Fig. 4.06.d. Ficha de reporte (planta de distribución segundo nivel)	76
Fig. 4.06.e. Ficha de reporte (elevaciones)	77
Fig. 4.06.f. Ficha de reporte (fotografías)	78
Fig. 4.06.g. Ficha de reporte (fotografías)	73
Fig. 4.06.h. Ficha de reporte (fotografías)	74

CAPITULO V

Fig. 5.01. Espectro de pseudo aceleraciones	90
Fig. 5.02. a. Definición de material de adobe	91
Fig. 5.02. b. Definición de material de madera grupo C	92

Fig. 5.03. Definición de geometría del elemento tipo adobe	92
Fig. 5.04. Definición de la fuerza sísmica de análisis emn el software usado	93
Fig. 5.05. Modelo estructural de la edificación existente	94
Fig. 5.06. Desplazamiento de fuerza sísmica	94
Fig. 5.07. Esfuerzos de compresión por carga de gravedad	95
Fig. 5.08. Esfuerzo de corte en los muros de adobe por efecto de la carga permanente	90
Fig.5.09. Esfuerzos de flexión en los muros de adobe	96

RESUMEN

El Teatro Cajamarca está considerado como un Monumento Histórico según Resolución Suprema 2900 del 28 de diciembre del 1972, es una edificación de adobe y arquería de piedra con una antigüedad de 102 años, que durante el transcurso de su vida útil ha sufrido remodelaciones de tipo arquitectónico y de cambio de usos. El Teatro Cajamarca, según el Reglamento Nacional de Edificaciones se encuentra ubicado en la zona de sismicidad 3 y según el mapa de microzonificación sísmica, dado por el INDECI el año 2005, está ubicado en un nivel de intensidad sísmica severa; en tal sentido se tiene la necesidad de contar con una evaluación de riesgo sísmico, para predecir el comportamiento estructural de la edificación ante sismos; para ello se siguió la metodología planteada por Tarque N. y Mosqueira (2005), en la cual se evalúa el Riesgo Sísmico en función de la vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico, permitiéndonos elaborar la ficha de evaluación de daños para determinar el riesgo sísmico en edificaciones de adobe.

En la actualidad se cuenta con el levantamiento topográfico, el estudio de mecánica de suelos, el estudio de resistencia a la compresión y flexión de unidades de adobe, cuyos resultados han sido utilizados para determinar la topografía, tipo de suelo, la densidad y estabilidad de muros, estado actual y calidad de la construcción; estos resultados han servido como insumos para determinar los factores influyentes para determinar el riesgo sísmico en función de la vulnerabilidad y peligro los cuales concluyen calificando al riesgo sísmico alto, por lo que la edificación durante un sismo severo colapsará.

Palabras Claves: Adobe, Vulnerabilidad Sísmica, Peligro Sísmico y Riesgo Sísmico.

ABSTRACT

The Cajamarca Theater is considered a Historic Monument under Supreme Resolution 2900 of 28 December 1972, it is a building of adobe and stone arches with an antiquity of 102 years, that during the course of its life has undergone renovations of architectural type and change of uses. The Cajamarca Theater, according to the national regulation of buildings is located in seismicity area 3 and according to the map of seismic microzoning, given by the INDECI 2005, it is located in a severe seismic intensity level; in this sense there is the need for an evaluation of seismic risk, to predict the behavior of structural building in face of earthquakes; this follows the methodology raised by Tarque N. and Mosqueira (2005), in which Seismic Risk is evaluated in function of the seismic vulnerability and seismic risk, allowing us to develop the tab of damage assessment to determine the seismic risk in adobe structures.

Currently there is a topographic survey, the study of soil mechanics, the study of resistance to flexion and compression units of adobe, the results of which have been used to determine the topography, soil type, the density and stability of walls, current status and quality of construction. These results have served as inputs to determine the influential factors to determine the seismic risk based on the vulnerability and danger which conclude calling to high seismic risk, so that the building will collapse during a severe earthquake.

Key words: Adobe, Seismic Vulnerability, Seismic Hazard and Seismic Risk

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1 Contextualización.

El territorio peruano está situado sobre el Cinturón de Fuego Circumpacífico, que es donde ocurre más del 80% de los sismos que afectan al planeta. Casi todos los movimientos sísmicos en nuestro país están relacionados a la subducción de la placa Oceánica de Nazca, que se introduce bajo la placa Continental Sudamericana, a razón de 9 cm/año (Kuroiwa J.; 2002).

La mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de las placas, liberando el borde continental del Perú el 14% de la energía sísmica del planeta. Los sismos en el área Noroeste del Perú, presentan el mismo patrón de distribución espacial que el resto del país, es decir que la mayor actividad se localiza en el Océano, prácticamente al borde de la línea de la costa.

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica (Fig. N° 1.01) para el territorio Peruano, la norma técnica E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la ciudad de Cajamarca está ubicada dentro de la zona de sismicidad 3, por lo cual se pueden dar frecuentes aceleraciones máximas del terreno de 0.4g, con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años durante un sismo.

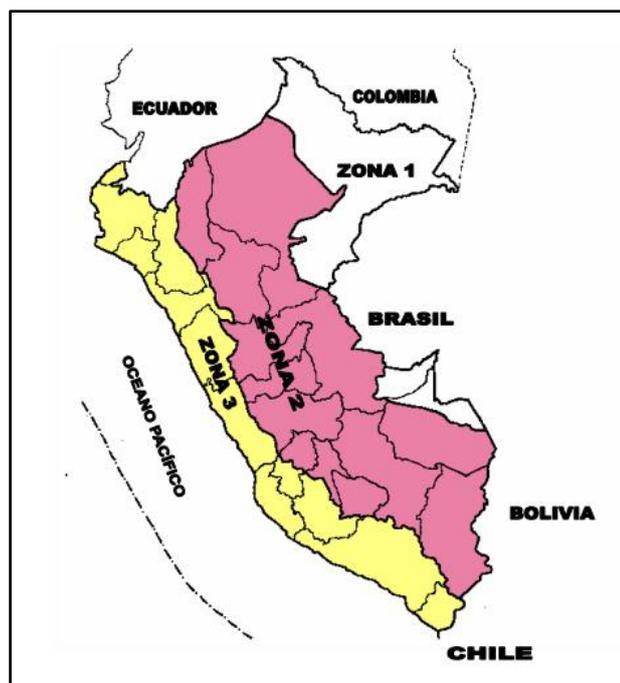


Fig. N° 1.01. Mapa de Zonas Sísmicas del Perú. (RNE-2009)

El Teatro Cajamarca, según el mapa de intensidades sísmicas locales, dado por el INDECI el año 2005, se ubica en el nivel de intensidad sísmica severo como se muestra en la fig. 1.02

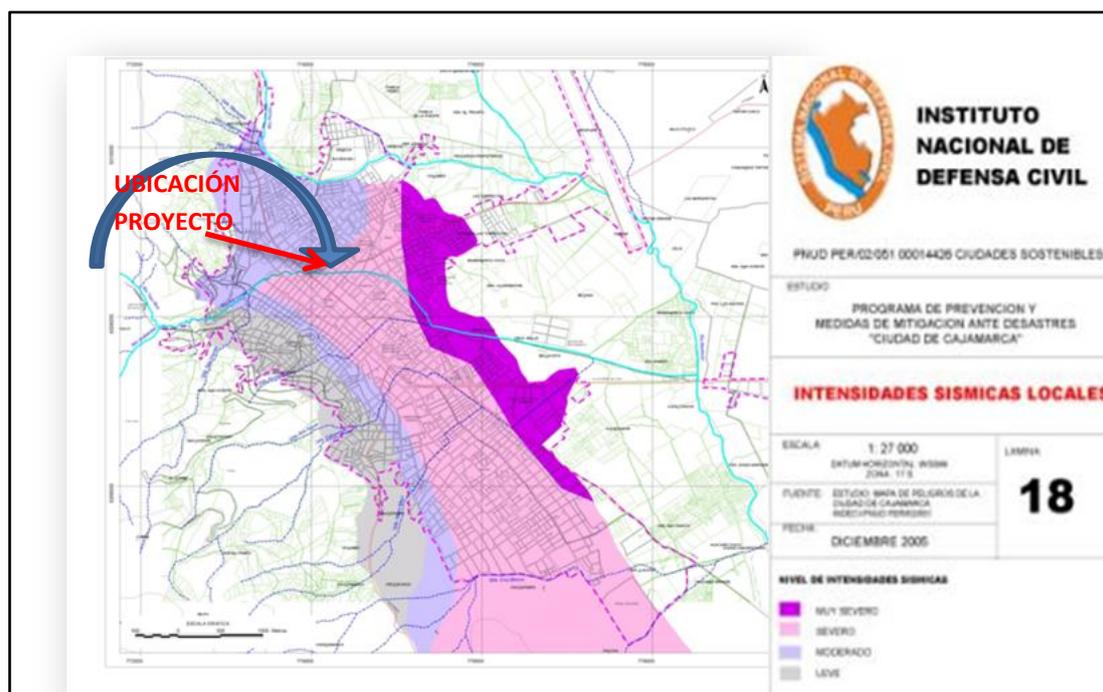
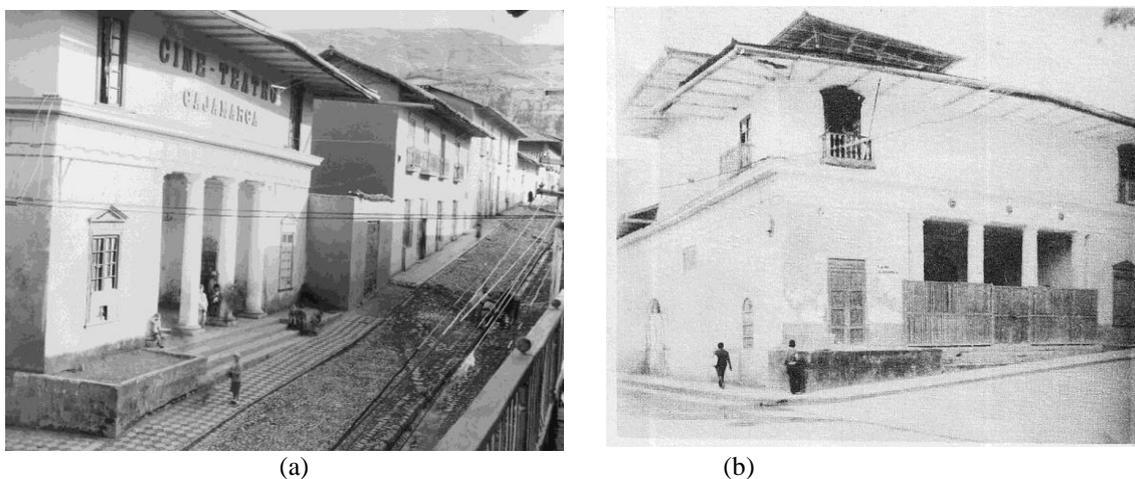


Fig. N° 1.02. Mapa de Intensidades Sísmicas Locales - INDECI 2005

El Teatro Cajamarca es una edificación de adobe y arquería de piedra, que fue concluida en el año de 1913 y que durante el transcurso de su vida útil ha sufrido algunas remodelaciones de tipo arquitectónico como abertura y cierre de vanos, cambios de: butacas, pisos, cielo raso, cobertura, instalación de servicios higiénicos para damas y caballeros; así mismo ha tenido cambio de usos (depósito de aguas gaseosas 1945 a 1972, depósito de La Fabril S.A. desde 1950 a 1960, depósito y fabrica de las gaseosas Trigos 1960 a 1972); como se observa en la fig. N° 1.03. A pesar de estos cambios de uso y remodelaciones arquitectónicas (ver fig. N° 104) no ha tenido un mantenimiento ni reforzamiento estructural durante su vida útil.



(a) (b)
Fig. N° 1.03. (a) Cine Teatro Cajamarca 1922. (b) Teatro Cajamarca 1956.
 (Fototeca archivo Regional Cajamarca)



Fig. N° 1.04. Cierre de vanos

En la actualidad el Teatro Cajamarca, se encuentra clausurado por el INDECI (2007), debido a que presenta aspectos críticos en el inmueble en relación a la seguridad del público detectándose que el sistema eléctrico presenta graves fallas. (Gaytan E, 2012). Los trabajos de mantenimiento (pintura, tarrajeos, cambio de vanos) no mejoran el comportamiento estructural, solamente ha mejorado su aspecto visual. Ver Fig. 1.05 y 1.06



Fig. N° 1.05. (a) Fachada principal (Jr. Apurímac) del Teatro Cajamarca
(b) Fachada Posterior (Pasaje Atahualpa) del Teatro Cajamarca



Fig. N° 1.06. Fachadas laterales (Jr. Junín) del Teatro Cajamarca

Así mismo en el Estudio de Prospección Arqueológica, Estructural y Estratigráfica del Teatro Cajamarca (Serlit S.R.L en el año 2012 aprobado por la DRCC), en sus conclusiones del diagnóstico estructural indica:

“En la actualidad, el diseño de construcciones de albañilería de adobe está enfocado a proyectar edificaciones que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de

colapso frágil de las mismas. En este sentido, la estructura del teatro presenta un alto nivel de deterioro debido a su composición de material orgánico, el cual presenta una dispersión en cuanto al rango de valores máximos y mínimos por los distintos suelos empleados para su elaboración y diferentes porcentajes de material de refuerzo que le dan la capacidad de adherencia; por lo cual es necesario reforzar la estructura para que pueda resistir a un eventual evento natural, así como a los factores humanos de su uso.”

El deterioro de la estructura del Teatro Cajamarca se evidencia en fallas estructurales existente tales como fisuras, grietas, humedad en muros. Ver Figs. 01.07, 01.08 y 01.09. Además por la antigüedad de la edificación, se comprueba que ha sido construida sin consideraciones sísmicas, puesto que la norma técnica de edificaciones E-080 (adobe), en su primera versión fue dada en el año 1985.



Fig. N° 1.07. Superficies externas con humedad contenida y fisuras presentes.



(a)



(b)

Fig. N° 1.08. (a) Grieta entre vereda, muro y vivienda colindante
(b). Falla de desgarramiento en la unión de muros



Fig. N° 1.9. Grieta en zócalo de piedra y muros de adobe

1.1.2. Descripción del problema.

El teatro se encuentra ubicado en una zona de pendiente y alta sismicidad, según la Norma Técnica E-030 por ser de uso público, tiene categoría B, de edificaciones importantes, por lo que durante un sismo, la estructura debe ser capaz de resistir con algunos daños. El teatro Cajamarca es una edificación de importancia histórica y patrimonial para Cajamarca, la cual en la actualidad presenta algunas fallas estructurales, las cuales se vienen incrementando por el paso de los años.

1.1.3 Formulación del problema.

En esta investigación se pretende determinar el comportamiento estructural de la edificación ante sismos, para lo cual responderemos a lo siguiente pregunta:

¿Cuál es el riesgo sísmico del Teatro Cajamarca al año 2014?

1.2 Justificación e importancia de la investigación

El Teatro Cajamarca es una edificación de categoría importante, puesto que en su uso alberga público, es de importancia patrimonial según Resolución 2900 -1972-ED, (ver Anexos N° 01 y 02), con una antigüedad de 102 años, ubicado en una zona sísmica 3, de intensidad sísmica severa, por lo que la evaluación del riesgo sísmico en función de la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico, es importante para poder

determinar el Riesgo Sísmico del Teatro Cajamarca, prediciendo su comportamiento antes sismos severos. Esta investigación presenta las siguientes justificaciones:

1.2.1 Justificación práctica,

La determinación del Riesgo Sísmico del Teatro Cajamarca en función de la vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico, es importante, porque determina su comportamiento ante sismos severos y de esta manera se puede disminuir o minimizar la probabilidad de pérdidas de vidas humanas, de patrimonio, de materiales y económicas.

1.2.2. Justificación Institucional y personal.

Los resultados de esta investigación permitirán cumplir con una de las labores importante de la Universidad, como es la de extensión y proyección universitaria, permitiendo a las instituciones del Ministerio de Cultura, a través de Dirección Desconcentrada de Cajamarca, la Sub Gerencia del Centro Histórico de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, investigadores, estudiantes, empresas privadas, trabajar de manera conjunta en alianzas público privadas, para fomentar y aportar con este tipo de estudios, para que las edificaciones declaradas patrimonio y/o de contexto, se mantengan en el tiempo aportando con técnicas de reparación y mantenimiento, que alarguen la vida útil de estas peculiares edificaciones que aunque pasen los años nos transmiten cultura.

La justificación personal, se da porque mediante la presente investigación se pretende impulsar a que existan otros estudios específicos para el patrimonio edificado

existente en Cajamarca, en donde se pueda predecir y evitar su deterioro, fomentando su puesta en valor.

1.3 Delimitación de la Investigación

El Teatro Cajamarca está construido de adobe y piedra, está compuesto por los siguientes ambientes: Sótano (06 ambientes), Primer nivel (11 ambientes), segundo nivel (04 ambientes) y arquerías de piedra (Levantamiento Arquitectónico del estado actual del Teatro Cajamarca – Arq Center E.I.R.L- febrero 2011). Para nuestro estudio se evaluará la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en la construcción únicamente de adobe.

1.4 Limitaciones

- No haber tenido acceso a las fuentes de información primaria de la construcción del teatro que se hizo en 1913 (planos de construcción, análisis de cálculos para la construcción, entre otros).
- Para este estudio ha sido suficiente la cantidad de muestras obtenidas para realizar los análisis especializados para el adobe, pero para los estudios específicos de estructuras, es necesario contar con más cantidad de muestras (a diferentes niveles), por lo que sería obligatorio contar con las autorizaciones por parte de la Dirección Desconcentrada de Cultura Cajamarca del Ministerio de Cultura, ente cautelar y propietario del Teatro Cajamarca, declarado patrimonio y eso demandara un tiempo considerable en obtener dicha autorización.
- No considerar la iteración entre suelo y estructura, no se ha analizado el modelo de suelo y estructura y los efectos que suceden.

1.5 Objetivos de investigación

1.5.1 Objetivo general:

Determinar el nivel de riesgo sísmico del Teatro Cajamarca al año 2014.

1.5.2 Objetivos específicos:

Determinar la vulnerabilidad sísmica que existe en el Teatro Cajamarca al año 2014.

Determinar el peligro sísmico que existe en el Teatro Cajamarca al año 2014.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

2.1.1. Antecedentes teóricos

Bonett R. (2003), en su tesis doctoral, realizó un estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico aplicado a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. En la investigación se concluyó que no existe un método apropiado que proporcione resultados óptimos, por lo que es necesario analizar los métodos a la luz de la información sísmica y estructural disponible, así como a la luz de los objetivos del estudio de riesgo.

Tarque N. y Mosqueira M. (2005), en su tesis magistral desarrollo una metodología para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada. Esta metodología fue aplicada a una muestra de 270 viviendas distribuidas en 5 ciudades de la costa peruana (Chiclayo, Trujillo, Lima, Ica y Mollendo). Se concluyó que el 72% de las viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta, el 18% vulnerabilidad sísmica media y el 10% vulnerabilidad sísmica baja. Esta metodología está siendo utilizada con el fin de obtener el Riesgo sísmico de edificaciones de albañilería en las ciudades de Huaraz, Arequipa y Cajamarca. Los

lineamientos de esta metodología han permitido elaborar la ficha de evaluación de daños en donde se determina el riesgo sísmico para edificaciones de adobe.

Tafur E. y Col. (2006), en su tesis realizaron un estudio de la vulnerabilidad de viviendas en la ciudad de Cajamarca, llegando a los siguientes resultados: El 69% de las viviendas cajamarquinas tienen una vulnerabilidad sísmica alta, el 19% tienen una vulnerabilidad sísmica media y el 12% una vulnerabilidad sísmica baja. *De las viviendas de adobe el 95.83% tienen vulnerabilidad sísmica alta y el 4.17% con bajo nivel de vulnerabilidad sísmica baja. Mientras que las viviendas de tapial el 16.67% tienen vulnerabilidad sísmica alta, el 66.67% tienen una vulnerabilidad sísmica media y el 16.67% vulnerabilidad sísmica baja.* Las viviendas de albañilería de ladrillo de arcilla confinada tienen un 74.14 % de vulnerabilidad alta, el 12.07 % vulnerabilidad media y el 13.79 % vulnerabilidad Baja.

Gutiérrez L. y Manco M. (2006), investigaron la característica sísmica de las construcciones de tierra en el Perú. *En esta investigación se concluyó que frente a las sollicitaciones sísmicas establecidas, se comprueba que las viviendas de tapial y adobe son las más vulnerables.* Por otro lado, las viviendas de quincha presentan un comportamiento aceptable. En el caso de las viviendas republicanas, a pesar de conformarse de muros de adobe, éstas presentan un comportamiento aceptable frente las sollicitaciones sísmicas debido al aporte de los muros de quincha del segundo piso.

Esquivel Y. (2009), en su tesis determinó los sistemas de refuerzos estructurales en monumentos históricos de la Región del Cusco, a través del registro y evaluación de los tipos de refuerzo estructural utilizados en la restauración de una iglesia de adobe, la

determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales usados en restauración, y evaluación de la efectividad de los refuerzos estructurales. En este estudio llego a la siguiente conclusión que el refuerzo estructural más utilizado para los muros adobe de los monumentos históricos en la región del Cusco son las llaves de madera rolliza y vigas collar.

Chácara C. (2013), en su tesis realizó la evaluación estructural de construcciones históricas en la costa peruana utilizando tecnologías modernas: el caso del hotel “El Comercio” en Lima; presentaron una herramienta para la evaluación estructural de construcciones existentes que son los ensayos experimentales de identificación modal. Concluyo que los ensayos con vibraciones ambientales son más versátiles y pueden ser aplicados a todo tipo de estructura ya que se considera que el ruido existente es capaz de excitar la estructura en todas sus frecuencias de interés.

Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de edificaciones en adobe y tapia pisada, (2007), en donde se concluye que los principales factores que contribuyen a aumentar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones en adobe y tapia pisada son: las irregularidades en planta y en altura, distribución inadecuada de los muros en planta, pérdida de la verticalidad o plomo de los muros, problemas de humedad, filtraciones, conexión inadecuada entre muros, pérdida de recubrimiento de muros, uso de materiales no compatibles, entresijos pesados y ausencia de diafragmas, apoyo y anclaje inadecuado de elementos de entresijo y cubiertas sobre muros, entresijos muy flexibles, luces muy largas y estructuración de cubierta deficiente.

Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca, Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI-PNUD. PER/02/051, (2005), cuyo objetivo es diseñar una propuesta de mitigación con el fin de orientar las políticas y acciones de la MPC y otras entidades vinculadas al desarrollo urbano de la ciudad de Cajamarca, teniendo en cuenta criterios de seguridad física ante peligros naturales y antropológicos e identificando sectores críticos mediante la estimación de niveles de riesgo. Estos comprenden una evaluación de peligros y de vulnerabilidad en la zona de estudio.

2.1.2. Antecedentes históricos

ARQ-CENTER E.I.R.L. (2011), Levantamiento Arquitectónico del Estado Actual del Teatro Cajamarca, En donde se muestra todos los componentes del Teatro Cajamarca a nivel de Levantamiento Arquitectónico, Eléctrico y Sanitario, (aprobado Oficio N° 529-2011/DRC/D., de fecha 25 de agosto 2011).

GAYTAN PAJARES EVELIO (2012), Investigación Histórica Del Teatro Cajamarca (1913 – 2012). En donde se compila los aspectos más relevantes del Teatro Cajamarca, así como los cambios de uso, remodelaciones, y otros, (aprobado Oficio N° 722-2012-DRC-CAJ/M.C., de fecha 11 de octubre 2012).

SERLIT S.R.L. (2012), Estudio de Prospección Arqueológica, Estructural y Estratigráfica del Teatro Cajamarca, En donde se realizan estudios a nivel de diagnóstico para saber la situación actual arqueológica, estructural y estratigráfica, (aprobado Oficio N° 950-2012-DRC-CAJ/M.C., de fecha 11 de diciembre 2012).

2.2. Marco Doctrinal

2.2.1 Teoría de generación de sismos (deriva continental).- Alfred Wegener

La teoría de la deriva continental fue formulada basándose, entre otras cosas, en la manera en que parecen encajar las formas de los continentes a cada lado del océano Atlántico, como África y Sudamérica. También tuvo en cuenta el parecido de la fauna fósil de los continentes septentrionales y ciertas formaciones geológicas. Más en general, Wegener conjeturó que el conjunto de los continentes actuales estuvieron unidos en el pasado remoto de la Tierra, formando un súper continente, denominado **Pangea**, que significa «toda la tierra». En síntesis, la deriva continental es el desplazamiento lento y continuo de las masas continentales.

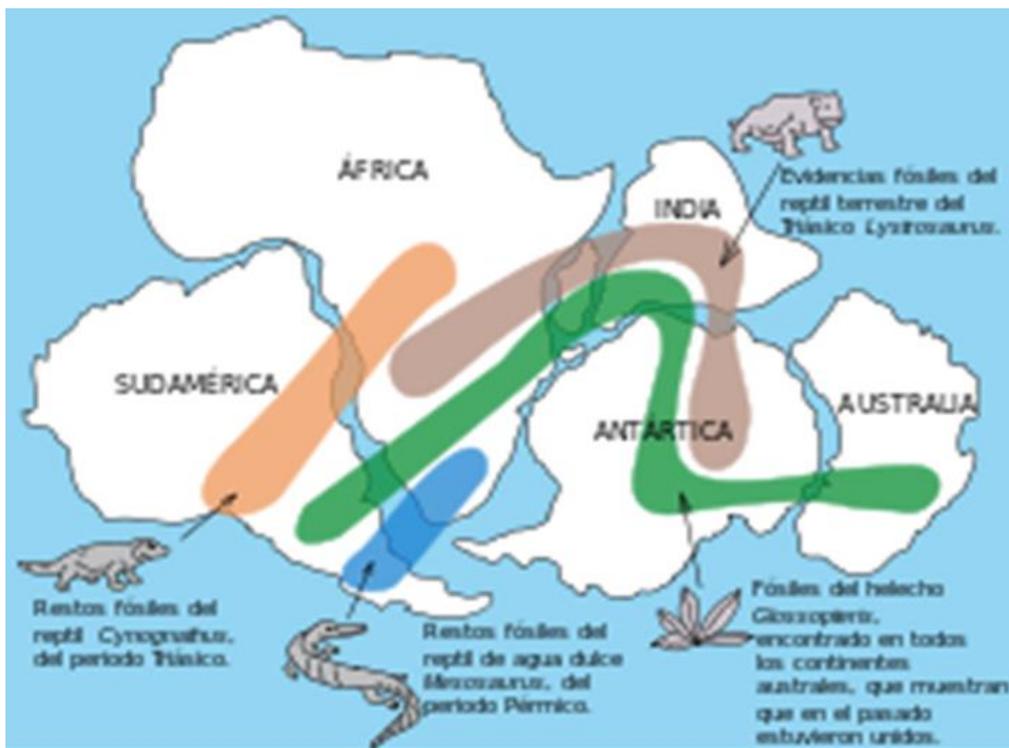
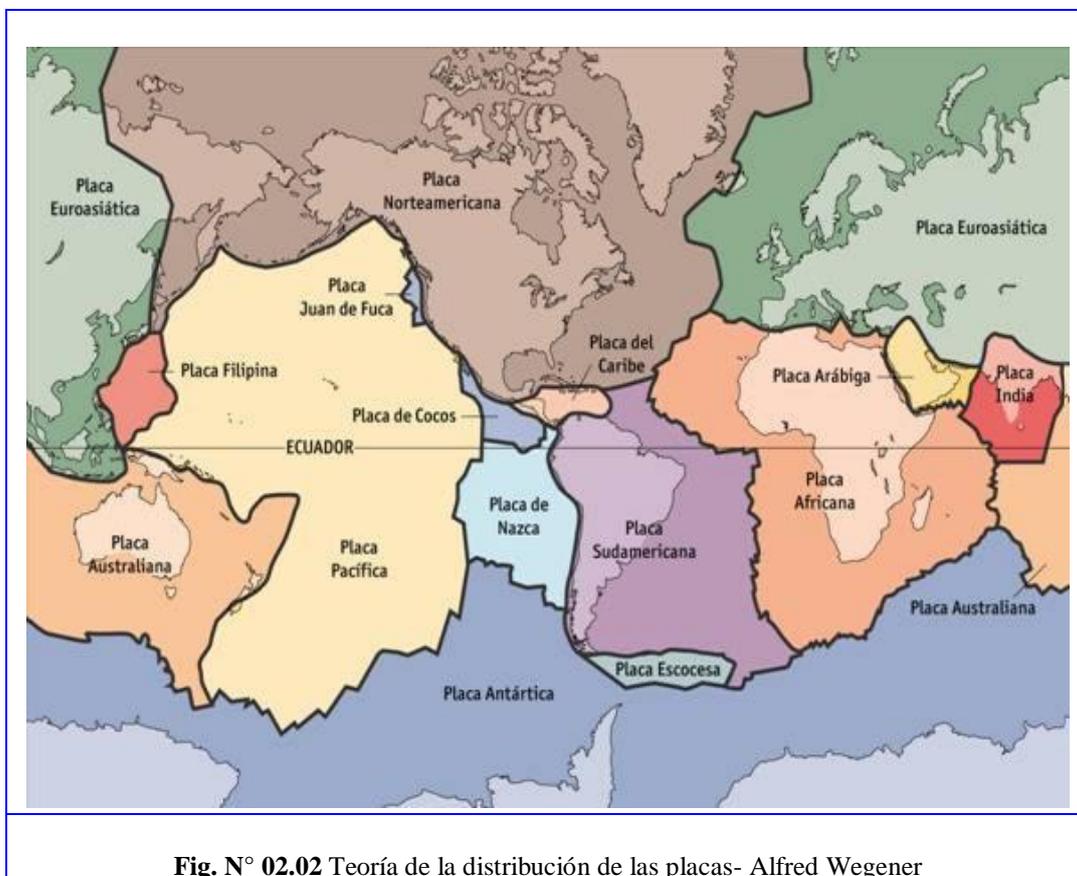


Fig. N° 02.01 Teoría de generación de sismos (deriva continental).- Alfred Wegener

2.2.2. Teoría de las placas tectónicas. Teoría de Wegener

La tectónica de placas considera que la litósfera está dividida en varios grandes segmentos relativamente estables de roca rígida, denominados placas que se extienden por el globo como caparazones curvos sobre una esfera. Existen siete grandes placas como la Placa del Pacífico y varias más chicas como la Placa de Cocos frente al Caribe. Por ser las placas parte de la litósfera, se extienden a profundidades de 100 a 200 km. Cada placa se desliza horizontalmente relativa a la vecina sobre la roca más blanda inmediatamente por debajo. Más del setenta por ciento del área de las placas cubre los grandes océanos como el Pacífico, el Atlántico y el Océano Índico.

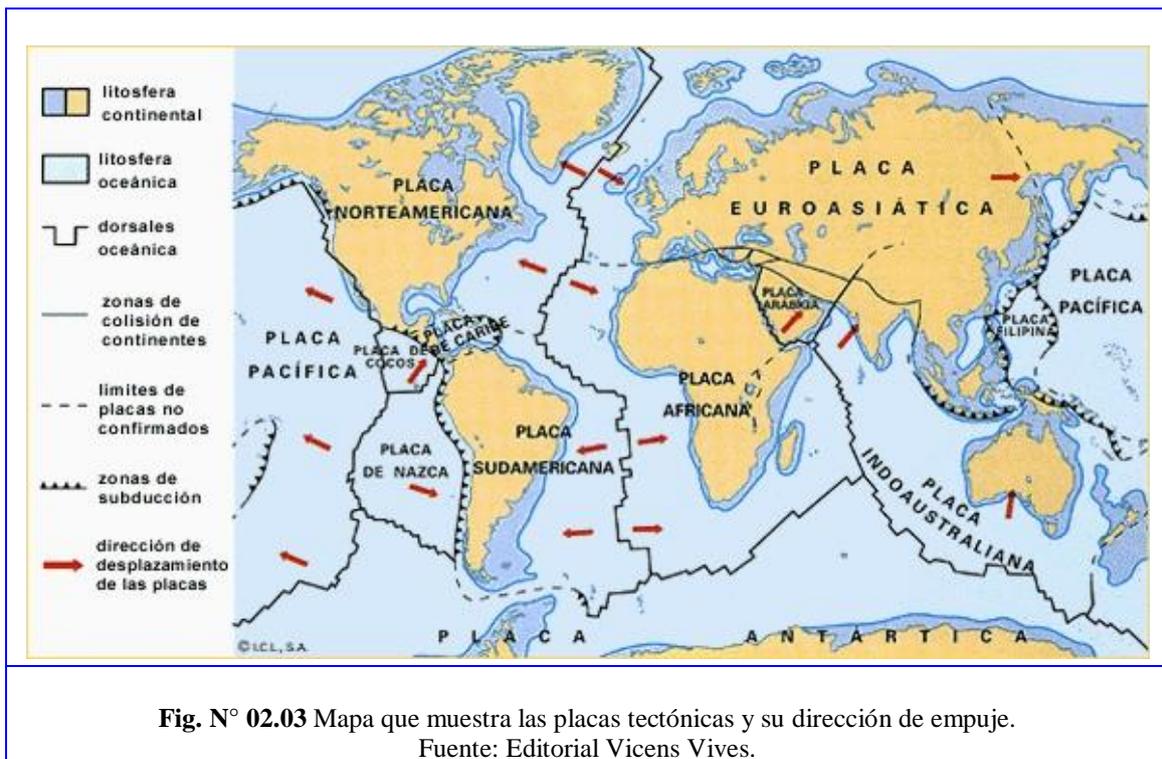


En la década de los cincuenta, del siglo veinte, se señaló que las direcciones de magnetización de las rocas antiguas, que son divergentes, podrían hacerse coincidir si

se aceptaba que había ocurrido un movimiento relativo de los continentes. (Teoría de Wegener). Esa constatación está de acuerdo con la teoría de la existencia hace doscientos millones de años de Pangea o Continente único que con el paso del tiempo ha llegado a la situación geográfica actual.

Desplazamiento de las Placas Tectónicas

La capa superior del globo terrestre, ocupada por continentes y océanos, no es una masa compacta, sino que, a modo de un gran puzzle, está conformada por bloques o placas tectónicas. Se han identificado siete placas mayores y varias menores. Estas placas están en constante movimiento (se desplazan), separándose unas de otras o chocando entre ellas, de ahí, que los bordes de las placas sean zonas de grandes cambios en la corteza terrestre.



La Teoría de las Placas Tectónicas se refiere a la estructura de la corteza terrestre, sus formas externas y sus deformaciones. A través de ella se explican las características del relieve submarino actual, como así mismo su origen. Los fenómenos volcánicos y sísmicos también están relacionados con esta teoría y se explican por los movimientos de las placas.

Durante miles de millones de años se ha ido sucediendo un lento pero continuo desplazamiento de las placas que forman la corteza del planeta Tierra, originando la llamada "tectónica de placas", una teoría que complementa y explica la deriva continental. Los continentes se unen entre sí o se fragmentan, los océanos se abren, se levantan montañas, se modifica el clima, influyendo todo esto, de forma muy importante en la evolución y desarrollo de los seres vivos. Se crea nueva corteza en los fondos marinos, se destruye corteza en las trincheras oceánicas y se producen colisiones entre continentes que modifican el relieve.

2.2.3. Teoría del silencio sísmico

La teoría del silencio sísmico o lagunas sísmica, indica que se produce en un área territorial en donde por un determinado tiempo, que pueden ser días, semanas, meses o años no se producen o desarrollan sismos o terremotos, o los que se producen son de baja magnitud menores a 02 grados en la escala de Richter, por lo que no se libera energía hasta un determinado periodo de retorno de los sismos de intensidades 4, 5, 6, etc. grados, nos daremos cuenta también la frecuencia de aparición de estos sismos.

Considerando que las placas tectónicas están siempre en movimiento, por lo que siempre ocurren impactos o roces entre placas lo que hace que se libere energía manifestándose en sismos o dependiendo de la intensidad de la liberación en

terremotos. Hay que conocer que siempre todos los días en cualquier lugar del mundo se producen sismos, con un promedio de 3 o 4 sismos diarios, pero a veces estos sismos son de baja magnitud por lo que no podemos sentirlos, pero en los instrumentos utilizados para medir los sismos, como el sismógrafo, sí los detectan; entonces si siempre hay sismos.

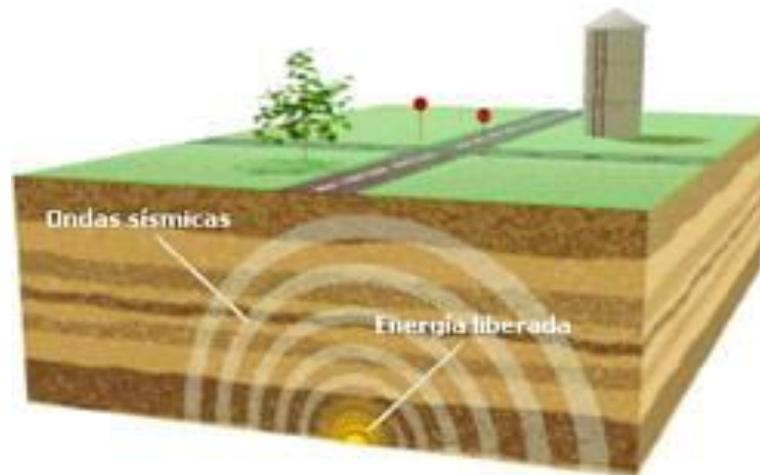


Fig. N° 02.04. Desarrollo de ondas sísmicas.

Al menos en nuestro país (Perú) la presencia de Silencio Sísmico siempre es latente debido a que siempre se comenta que "la ausencia de temblores en zonas diversas podría ser síntomas de un futuro terremoto de gran intensidad". Nosotros vivimos con ese temor, cuando se produce un sismo de regular intensidad y magnitud siempre se comenta: "Mejor que haya habido este sismo, la corteza ha liberado energía."

2.2.4. La Teoría de la Dilatación.

Indica que los terremotos ocurren como respuesta a una excesiva acumulación de esfuerzos (o tensiones).

Según la Teoría de la Dilatación, el comportamiento de la corteza pasa por cuatro fases:

- I. La tensión cierra las fisuras, grietas y poros de las rocas.
- II. Las rocas disminuyen su volumen de un modo "elástico" acorde con la Ley de Hooke (Tensión a Deformación). En esta fase se observa una dilatación transversal al esfuerzo, lo que se puede detectar en la superficie como cambios topográficos horizontales y verticales (GPS diferencial).
- III. A medida que la tensión se acerca al valor crítico, la roca comenzará a fragmentarse, por lo que la Ley de Hooke dejará de ser válida.
Consecuencias de esta fase:
 - Obvia: la relación v_p/v_s disminuirá (ondas sísmicas).
 - Por las fisuras circularán fluidos que antes no circulaban, lo que explica las anomalías de radón (vida media de 3.8 días) que se observa en los futuros epicentros.
 - Las increíbles presiones generarán calor (por roce, por licuefacción de las rocas, etc.), lo que se traducirá en anomalías infrarrojas-térmicas.
 - Durante las dos primeras fases la resistividad del terreno puede aumentar, pero durante la presente fase la resistividad debe disminuir (porque las nuevas fisuras pasan a estar ocupadas por soluciones conductoras).
- IV. En esta fase se alcanza la máxima tensión posible, por lo que la corteza se fractura, generándose de este modo un sismo de acuerdo con la siguiente relación simplificada:

$$M_s = \text{Log}(L^{2.78}) = 2.78 \text{ Log}L \quad (1)$$

Dónde: M_s es la magnitud Richter y L es la longitud de ruptura (en Km)

2.2.5. Teoría de riesgo sísmico. (Martha Carreño -2006)

La teoría de riesgo sísmico, está basada en la teoría de conjuntos difusos, ofrece un puente entre el procesamiento simbólico y el numérico que permite el uso de conceptos cualitativos útiles en el proceso de toma de decisiones relacionadas con la gestión del riesgo sísmico y en general, con la gestión del riesgo de desastres. Su utilización en la evaluación del riesgo sísmico es necesaria en el caso en que los datos para aplicar un método de evaluación convencional del riesgo no estén disponibles o sean insuficientes. Una posible solución, consiste en sustituir la información que falta por la opinión de expertos y en procesar las variables cualitativas y las calificaciones lingüísticas que se obtengan de dichas opiniones en lugar de valores numéricos. El procesamiento se realiza utilizando la teoría de conjuntos difusos. Para lograr una gestión eficaz, el riesgo se debe definir como las posibles consecuencias físicas, económicas, sociales y ambientales que pueden ocurrir en un período de tiempo determinado debido a fenómenos peligrosos. Desde esta perspectiva holística, y utilizando la teoría de conjuntos difusos, el método numérico propuesto calcula un nivel de riesgo físico y un nivel de agravamiento relacionado con las condiciones de fragilidad social y falta de resiliencia, para determinar un nivel de riesgo total.

2.2.6 Teoría de vulnerabilidad sísmica. (European Macrosismic Scale, Gruntal, G - 1998).

La teoría se basa en registrar información relacionada a la ubicación de las estructuras, así como a sus componentes estructurales y a la condición externa de cada estructura. Se utilizó la asignación de la vulnerabilidad sísmica, mediante la cual se

identifican las estructuras con grados de daño desfavorables. Para esto se identifican las clases de vulnerabilidad.

2.3. Marco conceptual

La vulnerabilidad sísmica, es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones realizadas por el hombre durante un sismo. La vulnerabilidad refleja la falta de resistencia de una edificación frente a los sismos (Bommer et al. 1998) y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa 2002).

Para nuestra investigación determinaremos la vulnerabilidad sísmica en función de la densidad de muros; calidad de la mano de obra y materiales; estabilidad de tabiques y parapetos, según lo propuesto por la metodología de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

El peligro sísmico, es la probabilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos de cierta intensidad en una zona determinada durante un tiempo de exposición. El peligro también puede incluir otros efectos que el mismo sismo genera, como derrumbes y licuefacción de suelos (Bommer et al. 1998).

Para nuestra investigación determinaremos el peligro sísmico en función de la sismicidad, tipo de suelo y topografía, según lo propuesto por la metodología de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

El riesgo sísmico, es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica (Bonett 2003, Barbart 1998). También, el riesgo sísmico es definido como una función de la

vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico, que de forma general se puede expresar como:

$$\mathbf{Riesgo = Peligro \times Vulnerabilidad} \quad (\text{Fourier d'Albe 1988, Kuroiwa 2002}). \quad (2)$$

Según el instituto de ingeniería del reino unido el riesgo es la resultante de combinar la amenaza con la vulnerabilidad. Se expresa en términos de los daños o las pérdidas en un tiempo futuro y su significado depende tanto del evento (peligro) como de las vulnerabilidades identificadas.

2.3.1. Comportamiento sísmico de las construcciones de adobe.

Según la NTE-080 Las construcciones de adobe deberán cumplir con las siguientes características generales de configuración para tener un adecuado comportamiento estructural:

- Suficiente longitud de muros en cada dirección, de ser posible todos portantes.
- Tener una planta que tienda a ser simétrica, preferentemente cuadrada.
- Los vanos deben ser pequeños y de preferencia centrados.
- Dependiendo de la esbeltez de los muros, se definirá un sistema de refuerzo que asegure el amarre de las esquinas y encuentros.

2.3.2. Fuerzas Sísmicas Horizontales

La fuerza sísmica horizontal en la base para las edificaciones de adobe se determinará con la siguiente expresión: (NTE-080, 2006)

$$\mathbf{H = S \cdot U \cdot C \cdot P} \quad (3)$$

Dónde:

S: Factor de suelo,

U: Factor de uso,

C: Coeficiente sísmico

P: Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50% de la carga viva.

Se determinaran los valores de S, U y C, haciendo uso de las tablas 2.01, 2.02, 2.03.

Tabla 2.01. Factor de suelo (RNE-NTE 080, 2006)

Tipo	Descripción	Factor S
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible ≥ 3 Kg/cm ²	1
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible ≥ 1 Kg/cm ²	1,2

Tabla 2.02. Factor de uso (RNE-NTE 080, 2006)

Tipo de las Edificaciones	Factor U
Colegios, Postas Médicas, Locales Comunales, Locales Públicos	1,3
Viviendas y otras edificaciones comunes	1

Tabla 2.03. Coeficiente sísmico (RNE-NTE 080, 2006)

Zona Sísmica	Coeficiente sísmico C
3	0.20
2	0.15
1	0.10

2.3.3. Esfuerzos Admisibles

Los esfuerzos admisibles de diseño que son necesarios para evaluar el comportamiento estructural de la edificación son:

A. Resistencia a la compresión de la unidad.

La resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe. Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de f_o mínimo aceptable de 12 kg/cm².

B. Resistencia a la compresión de la albañilería.

La resistencia a compresión de la albañilería se determinará usando pilas compuestas por el número entero de adobes necesarios para obtener un coeficiente de esbeltez (altura / espesor) del orden de aproximadamente tres (3), debiéndose tener especial cuidado en mantener su verticalidad. El número mínimo de adobes será de cuatro (4) y el espesor de las juntas será de 2 cm.

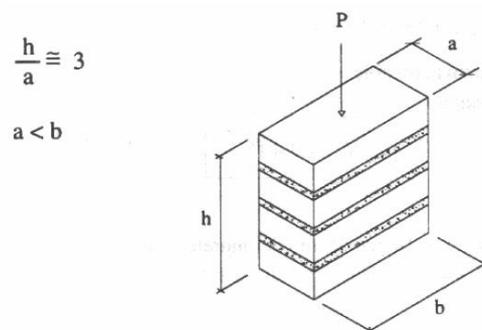


Fig. 2.5 Ensayo de compresión axial (NTE-080, 2006)

La Resistencia a la compresión de albañilería: $f_m = 0.2 f'_m$ o 2 kg/cm²

C. Resistencia a la compresión por aplastamiento.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, el esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será: 1,25 fm.

D. Resistencia al corte de la albañilería (Vm).

Según el Reglamento nacional de edificaciones la resistencia al corte del adobe se podrá determinar mediante ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra. Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes. El esfuerzo admisible al corte del muro (Vm) se obtendrá con la expresión:

$$V_m = 0,4 f't \quad (4)$$

Dónde:

$f't$ = esfuerzo último del murete de ensayo

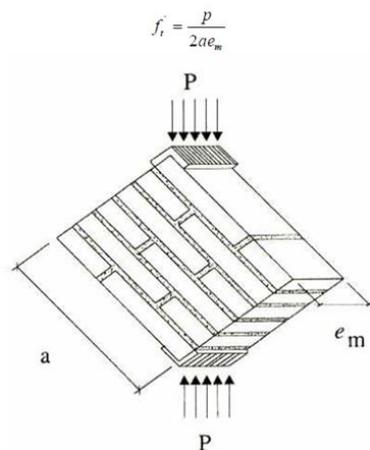


Fig. 2.06 Ensayo de compresión diagonal (NTE-080, 2006)

E. Muros bajo carga vertical.

Se considera el caso de muros portantes que además de su peso propio soportan cargas verticales, transmitiéndolas a la cimentación. Se debe tener en cuenta que

la resistencia del muro dependerá básicamente de la resistencia de los adobes, del tipo de mortero, de la esbeltez del muro y de la excentricidad de la resultante de las cargas actuantes.

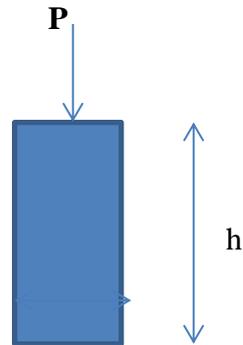


Fig. 2.07 Muro bajo carga vertical (Buena Tierra 2001)

$$f_m = \phi_r * \phi_c * \phi_e * \phi_L * f_m \quad (5)$$

Dónde:

ϕ_r = coeficiente de reducción por variabilidad de la resistencia real

ϕ_c = coeficiente de reducción por variabilidad de las cargas

ϕ_e = coeficiente de reducción por excentricidad

ϕ_L = coeficiente de reducción por esbeltez

Tabla 2.04. Coeficiente de reducción (Buena Tierra, 2001)

Coeficiente	Un piso	Dos pisos
ϕ_r	0.81	0.63
ϕ_c	0.69	0.70
ϕ_e	0.77	0.50

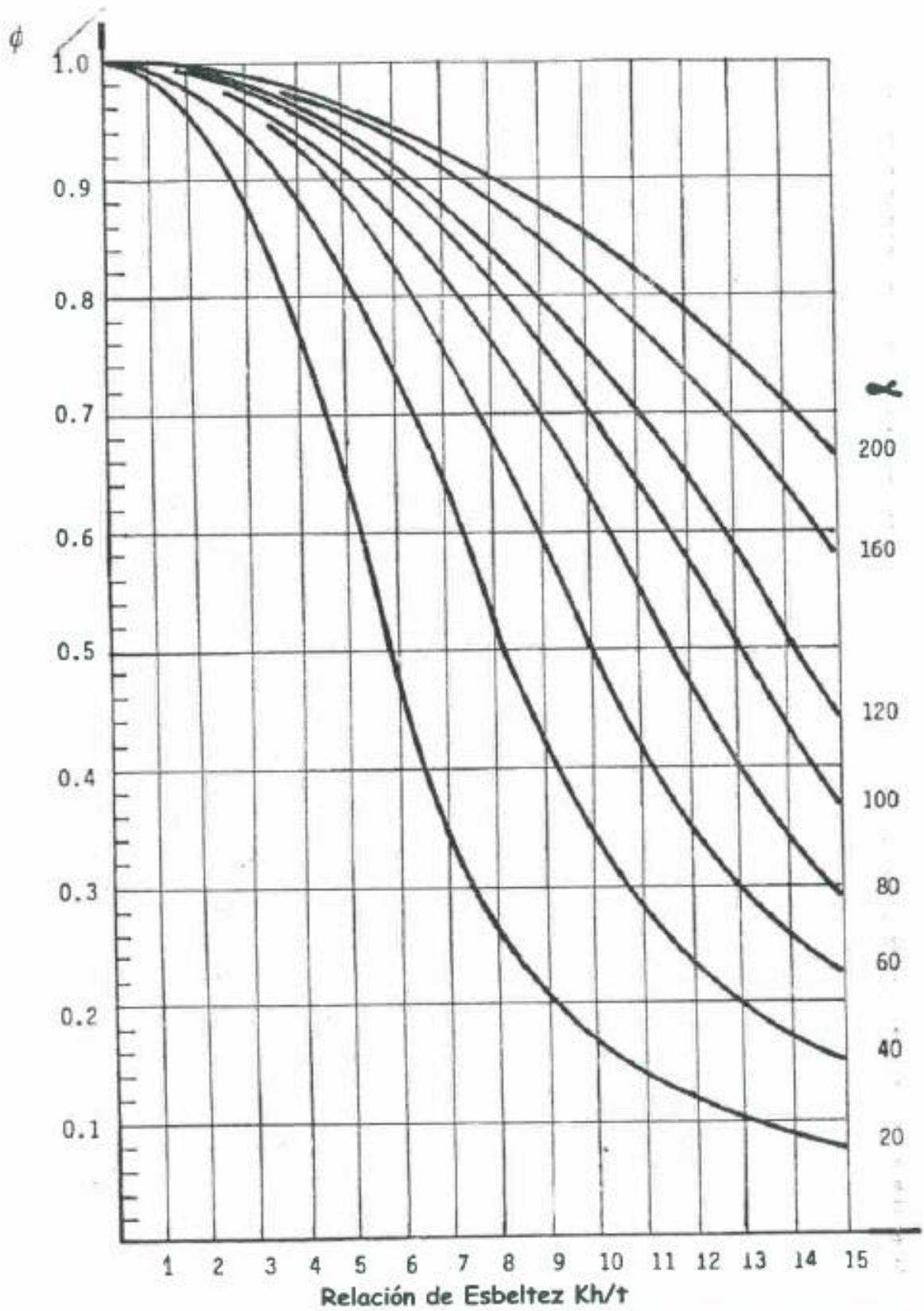
Aplicando los valores indicados para los coeficientes de reducción, se obtienen las siguientes expresiones:

$$\text{Para edificaciones de un piso: } f_m = 0.43 \phi L f' m \quad (6)$$

$$\text{Para edificaciones de dos pisos: } f_m = 0.22 \phi L f' m \quad (7)$$

Se establece la relación de esbeltez entre f_m y $f' m$, es decir ϕL .

Se ha diseñado un **gráfico 2.01** para determinar el coeficiente de reducción por esbeltez del muro. Para utilizarlo se calcula la relación de esbeltez Kh/t y se escoge la curva del valor α asumido (en función de E y de $f' m$), obteniéndose el valor de ϕL .



Graf. 2.01 Determinación del Coeficiente de reducción por esbeltez del muro (Urbano Tejada, 2001)

El Valor de K depende de las restricciones de los extremos de los muros. De acuerdo a ello se recomienda utilizar los valores que se indican a continuación:

Tabla 2.05. Valores de K en edificaciones de un nivel
(Buena Tierra, 2001)

Cuando el muro puede asimilarse a una columna biarticulada	K=1
Cuando el muro está apoyado solo en su base	K=2

Tabla 2.06. Valores de K en edificaciones de dos niveles
(Buena Tierra, 2001)

Para los muros del primer piso	K=1.50
Para los muros del segundo piso	K=1.75

Algunos valores para E y para $f'm$, según el tipo de adobe y el mortero a utilizar, se puede obtener de la tabla 2.07.

Tabla 2.07. Valores de E y $f'm$, según tipo de adobe y mortero
(Buena Tierra, 2001)

Adobe	Mortero	E Kg/cm ²	$f'm$ Kg/cm ²
Común	Barro	1700	8
Estabilizado con asfalto	Cemento – Arena 1.8	4760	19
	Suelo – Asfalto al 1%	3000	15

Recomendaciones de la Norma

La norma recomienda utilizar, para fines de diseño, los esfuerzos mínimos siguientes:

Resistencia a la compresión de albañilería: $f_m = 0.25 f'm$ ó 2 kg/cm²

Resistencia a la compresión por aplastamiento: 1.25 f_m

La norma señala también que obtenido el valor de $f'm$, el esfuerzo admisible se podrá obtener de la expresión:

$$f_m = 0.25 f'm$$

Y que cuando se realicen ensayos de pilas, se podrá usar como esfuerzo admisible.

$$f_m = 2 \text{ kg/cm}^2$$

2.3.4. Reglamentos y Normativas a usar en la investigación.

A. Reglamento Nacional de Edificaciones (2006),

- **Arquitectura Norma A- 140 (09 de junio 2006)**, la presente norma tienen como objetivo regular la ejecución de obras en bienes culturales, inmuebles con el fin de contribuir al enriquecimiento y preservación del patrimonio cultural inmueble. Proporciona elementos de juicio, para la revisión y evaluación en proyectos en bienes culturales.
- **Sismoresistente Norma E-030, (09 de junio 2006)** Esta norma se orienta a evitar pérdidas de vida, asegura la continuidad de los servicios básicos, minimizar daños a la propiedad, tomando como base que la estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.
- **Estructuras Norma E-080, (09 de junio 2006)**, Esta norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe, tomando como bases la

realidad de las construcciones de este tipo, existentes en la costa y sierra del Perú.

- **Suelos y Cimentaciones E-050, (09 de junio 2006)**, Esta norma establece los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

B. Normatividad del Ministerio De Cultura

- **Ley N° 28296, Ley General de Patrimonio Cultural de la Nación**, que establece políticas Nacionales de defensa, protección, promoción, propiedad y régimen legal, y el destino de los bienes que constituyen el Patrimonio Cultural de la Nación.
- **Resolución Directoral Nacional N° 061-INC (26 de enero de 2005)**, directiva sobre criterios generales de intervención en bienes inmuebles virreinales y republicanos integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación.
- **Reglamento Para La Zona Monumental De La Ciudad De Cajamarca, con Resolución Directoral Nacional N°020-94-DC/FC (07 de Julio de 1994)**, en el cual se unifican las exigencias de la Municipalidad Provincial de Cajamarca y el Instituto Nacional de Cultura (hoy Dirección Regional Desconcentrada de

Cultura Cajamarca), para la protección y recuperación de la Zona Monumental de Cajamarca.

- **Resolución Suprema N° 2900-1972-ED (28 de diciembre de 1972)**, declara los límites de la Zona Monumental de Cajamarca y algunos bienes culturales (Declara como monumentos las otras iglesias y conventos, así como a 22 casonas y el edificio monumental al Teatro (Ver anexo N° 01)

2.4. Definición de términos básicos

- **Adobe:** Es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente agentes externos. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 080).
- **Adobe Estabilizado:** Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 080).
- **Altura libre de muro:** Es la distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 080).
- **Arriostre:** Elemento que impide el libre desplazamiento del borde del muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 080).
- **Centro Histórico:** Es aquel asentamiento humano vivo, fuertemente acondicionado por una estructura física proveniente del pasado, reconocido como el representativo de una evolución de un pueblo. El centro histórico es la zona monumental más importante desde la cual se originó y desarrolló una ciudad. Las

edificaciones en centros históricos y zonas urbanas monumentales pueden poseer valor monumental o de entorno. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, CAP. III.1 Arquitectura Norma A- 140).

- **Conjunto Monumental:** Son aquellos grupos de construcciones aisladas o reunidas que por razones de su arquitectura, unidad e integridad de paisaje tenga un valor histórico, científico o artístico. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, CAP. III.1 Arquitectura Norma A- 140).
- **Contrafuerte:** Arriostre vertical construido con este único fin. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 080).
- **Diafragma:** Estructura plana generalmente horizontal o ligeramente inclinada que distribuye las cargas horizontales actuantes sobre ella a los muros o paneles sobre los que se apoya (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 010).
- **Esbeltez:** Relación que existe entre la altura libre del muro y su espesor. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 080).
- **Evaluación de Riesgo (R):** Corresponde a la evaluación conjunta de los peligros que amenazan la ciudad y la vulnerabilidad de la ciudad ante ellos. El análisis de Riesgo es un estimado de las probabilidades de pérdidas esperadas para un determinado evento natural. (Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca Proyecto Indeci –PNUD Per/02/05).
- **Fisura:** Son aberturas que solo afectan a la superficie o acabado superficial superpuesto de un elemento constructivo. (Broto C.; 2009).
- **Grieta.** Son aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento. (Broto C.; 2009).
- **Intensidad sísmica.** Es la medida de la energía liberada, se mide por el efecto del sismo sobre las personas, las edificaciones y la naturaleza a medida que las ondas

se desplazan por la superficie terrestre. Se mide con la escala de Mercalli. (Kuroiwa J. y col; 2010).

- **Mortero:** Material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 080).
- **Muro arriostrado:** Es un muro cuya estabilidad horizontal esta confinada a elementos de arriostre horizontales y o verticales. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 080).
- **Muro portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel superior a un nivel inferior o a la cimentación. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Cap. II, Norma E-070).
- **Licuefacción o licuación de suelos:** fenómeno causado por la vibración de los sismos en los suelos granulares saturados y que produce el incremento de la presión del agua dentro del suelo con la consecuente reducción de la tensión efectiva. La licuación reduce la capacidad de carga y la rigidez del suelo. Dependiendo del estado del suelo granular saturado, al ocurrir la licuación se produce el hundimiento y colapso de las estructuras cimentadas sobre dicho suelo. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Cap. V, Norma E- 050).
- **Patrimonio:** son los recursos naturales, bienes inmuebles, sitios arqueológicos, edificaciones de interés arquitectónico y capital cultural; que constituyen el legado patrimonial de la ciudad. (Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca Proyecto Indeci –PNUD Per/02/05, pág. 5).
- **Peligro Sísmico.** Es la probabilidad de ocurrencia de un sismo, dentro de un período específico, en una determinada localidad o zona. (Kuroiwa J. y col; 2010).

- **Riesgo sísmico.** Es la estimación o evaluación del costo de pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y económica, durante un periodo específico y en un área determinada que puede causar un sismo. (Kuroiwa J. y col; 2010).
- **Sismo:** Es todo movimiento, vibración o sacudida brusca de la superficie terrestre causando por el desplazamiento relativo de las placas geológicas. (Kuroiwa J. y col; 2010:77).

Los sismos pueden ser medidos en función de su magnitud y de su intensidad. La magnitud está relacionada a la cantidad total de energía que se libera por medio de las ondas sísmicas (Sarria 1995). La intensidad es la medida o estimación empírica de la vibración o sacudimiento del suelo. La intensidad de un sismo se mide teniendo en cuenta los daños causados en las edificaciones y en la naturaleza a través de cómo el hombre recibe las vibraciones sísmicas (Kuroiwa 2002).

- **Sismo Leve:** Es un sismo con la aceleración máxima del terreno de 0,15 g con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. (Tarque, N. y col;. 2005:1).
- **Sismo Moderado:** Es un sismo con la aceleración máxima del terreno de 0,3 g con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. (Tarque, N. y col;. 2005:1).
- **Sismo Severo:** Es un sismo con la aceleración máxima del terreno de 0,4 g con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. (Tarque, N. y col;. 2005:1).
- **Tabique:** En obras de albañilería, es el muro generalmente de poco espesor, que no cumple una función estructural, se utiliza para sub dividir ambientes o como cierre perimetral. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Anexo 1, definiciones).
- **Vigas Collar o Soleras:** Son elementos de uso obligatorio que generalmente conectan a los entresijos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su

plano, actúan como elemento de arriostre horizontal. (Reglamento Nacional de Edificaciones-2006, Norma E- 080)

- **Vulnerabilidad sísmica:** es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones realizadas por el hombre durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción, (Kuroiwa J; 2002).
- **Zona Monumental:** Son los sectores o barrios de la ciudad cuya fisonomía debe conservarse por poseer valor urbanístico de conjunto, y/o por poseer valor documental, y/o porque en ellas se encuentra un número apreciable de Monumentos y/o Ambientes Urbano Monumentales, (INC, 2010).

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El riesgo sísmico del Teatro Cajamarca al año 2014 es alto, debido a su elevada vulnerabilidad y peligro sísmico.

3.1.2. Hipótesis específicas

- La vulnerabilidad sísmica del Teatro Cajamarca, es alta debido a la baja densidad de muros, inestabilidad de tabiques y estado actual de la edificación.
- El Peligro Sísmico del Teatro Cajamarca es alto, debido a su alta intensidad sísmica, pendiente media, un suelo baja resistencia.

3.2. Variables /categorías

VARIABLES		INDICADORES	CATEGORIA		
tipo variable	variable				
Independiente	Vulnerabilidad Sismica (V)	Densidad de muros	Adecuada	Aceptable	Inadecuada
		Mano de obra y materiales	Buena	Regular	Mala
		Tabiquería y parapetos	Todos Estables	Algunos Estables	Todos Inestables
	Peligro Sismico (P)	Sismicidad	Alto	Medio	Bajo
		Suelo	Rígido	Intermedio	Flexible
		Topografía y pendiente	Plana	Media	Pronunciada
Dependiente	Riesgo Sismico (R)	Peligro	Alto	Medio	Bajo
		Vulnerabilidad	Alto	Medio	Bajo

3.3. Operacionalización / categorización de los componentes de la hipótesis

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES		CONCEPTO	INDICADORES	CATEGORIA		
			tipo variable	variable					
¿Cuál es el riesgo sísmico del Teatro Cajamarca al año 2014?	Determinar el riesgo sísmico que existe en el Teatro Cajamarca al año 2014	El riesgo sísmico en el Teatro Cajamarca es alto, debido a su elevada vulnerabilidad y peligro sísmico.	Independiente	Vulnerabilidad	Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones y dependen de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de la construcción, Kurowa, J (2002)	Densidad de muros	Adecuada	Aceptable	Inadecuada
				Sísmica		Mano de obra y materiales	Buena	Regular	Mala
				(V)		Tabiquería y parapetos	Todos Estables	Algunos Estables	Todos Inestables
				Peligro		Es la probabilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos de cierta intensidad en una zona determinada durante un tiempo definido, Bommer et al (1998)	Sismicidad	Alto	Medio
			Sísmico	Suelo	Rígido		Intermedio	Flexible	
			(P)	Topografía y pendiente	Plana		Media	Pronunciada	
			Dependiente	Riesgo Sísmico	Grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a las acciones sísmicas, Bonnett (2003)	Peligro	Alto	Medio	Bajo
				(R)		Vulnerabilidad	Alto	Medio	Bajo

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO

4.1. Ubicación geográfica

En el Perú, departamento, provincia y distrito de Cajamarca se encuentra ubicado El Teatro Cajamarca, en el Jr. Apurímac N° 590-596, esquina con los jirones Junín N° 980 y Psje. Atahualpa N° 595 - 597, Barrio Cumbe mayo, dentro de la Zona Monumental de la ciudad de Cajamarca.

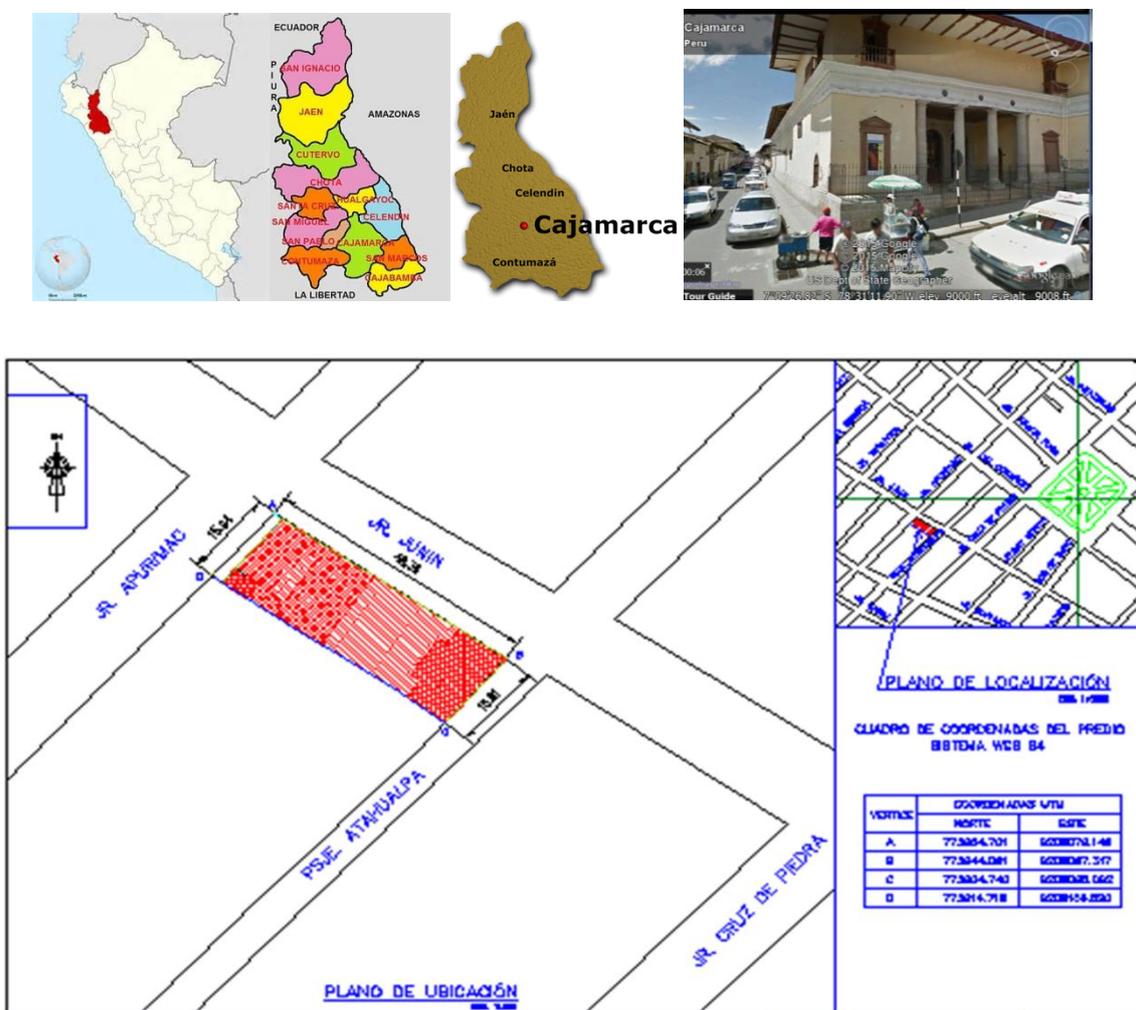


Fig. 4.01. Ubicación del teatro Cajamarca

4.2. Diseño de la investigación.

4.2.1. Recopilación de información necesaria de fuentes fidedignas

4.2.1.1 Situación actual del inmueble

- Ubicación y Linderos

La propiedad se encuentra ubicada entre los siguientes jirones: Apurímac, Junín y pasaje Atahualpa, en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca. Además tiene los siguientes límites: Por frente con el jirón Apurímac una línea recta con una longitud de 15.17 ml, por el lado izquierdo en el jirón Junín en una línea recta con una longitud de 48.36, por el lado derecho con propiedad de terceros, en una línea recta con una longitud de 48.66 ml, Por el fondo con el pasaje Atahualpa en una línea recta con una longitud de 15.91 ml, El predio tiene un perímetro de 128.10 metros lineales y un Área total de 776.74 m². (Plano de ubicación, ver Anexo N° 03)

- Condición Histórico Monumental

La propiedad se encuentra ubicada dentro de la zona monumental, fue declarada como Monumento mediante Resolución Suprema N°2900 – ED del 28 de diciembre del año 1972.

- De la propiedad

El inmueble se encuentra inscrito en la Oficina Registral de Cajamarca, según consta en el tomo 312 folio 233 Asiento N° 01.

- Análisis tipológico

El Teatro Cajamarca fue diseñado y construido específicamente para este uso, por lo tanto no ha tenido que atravesar por procesos de acondicionamiento o adaptación de la función, sin embargo durante todo su proceso de existencia ha sufrido algunas modificaciones respecto a intervenciones en elementos puntuales como lo es el acceso; sin alterar o cambiar la zonificación original o la distribución de ambientes según el diseño inicial. Al tratarse de una edificación diseñada para una función específica, se ha tenido en cuenta la zonificación respectiva según la función. Así como los ambientes en cada zona, según el requerimiento de la época (1912).

- Descripción del tipo de planta

El tipo de planta de distribución con la que cuenta el teatro Cajamarca es el modelo típico para el desarrollo de esta función; podemos evidenciar que se ha tenido en cuenta ambientes como el atrio de acceso, el foyer y las salas en dos niveles, así mismo se ha optimizado la ubicación respecto a las calles colindantes para solucionar la ubicación de los escapes y accesos secundarios.

En su construcción se ha utilizado materiales de la época como son el adobe, la piedra y las estructuras de madera, así como el cielo raso que se presenta en la sala principal y acceso. La piedra está presente en parte de la fachada tal como se muestra en las imponentes columnas que jerarquizan el ingreso principal, así mismo la piedra continua presente en los zócalos exteriores que definen las fachadas laterales del teatro.

El teatro cuenta con los siguientes ambientes: Sótano (06 ambientes), Primer nivel (11 ambientes), segundo nivel (04 ambientes) y arquerías de

piedra. (Documento de aprobación Arquitectónica Oficio N ° 529-2011-DRC, ver Anexo N° 04.a)

4.2.1.2. Obtención de datos

A. Levantamiento arquitectónico aprobado por la DRC

En el que participé como supervisor del estudio desde su elaboración (ubicación, toma de datos, análisis, informe final), aprobación y verificación para el desarrollo de la presente investigación.

Los datos utilizados en la Ficha de Encuesta, provienen de los datos del levantamiento arquitectónico aprobado (Ver Anexo N° 04.a. y anexo N°5); tales como:

- Antecedentes: área, número de pisos, topografía, estado de la edificación.
- Deficiencias de la estructura: Edificación en pendiente, muros expuestos a lluvia, muros sin confinar, tipo de techo

B. Estudios de mecánica de suelos aprobados por la DRCC

En el que participe como supervisor del Estudio (desde la ubicación de calicatas, excavación de calicatas, sacado de muestras, análisis, informe final).

En cuyo resumen y conclusiones se indica datos sobre la cimentación tales como: condiciones, profundidad, presión admisible, factor de seguridad, tipo de suelo (ver anexo N° 06). Datos necesarios a utilizar en la Ficha de Evaluación de Daños, compuesta por la Ficha de Encuesta y la Ficha de Reporte. (Ver tabla 4.01.).



(a)



(b)



(c)

Fig. 4.02. (a), (b) y (c), Verificación de las excavaciones de calicatas (Ns 01, 08, 09)

Tabla 4.01. Tabla resumen de las condiciones de cimentación (Serlit, 2012)

JOSE LEZAMA LEIVA
INGENIERO CIVIL
CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA
 REG. C.I.P. Nº 14061 - RUC 10266767711
 REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES Nº 00 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

8.0.- RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.

TIPO DE CIMENTACIÓN: CIMENTACIÓN CORRIDA.
ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN: LIMO ARCILLOSO INORGÁNICO, DE BAJA COMPRESIBILIDAD
PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: 0.60 m. CON RESPECTO AL NIVEL ACTUAL DEL TERRENO
PRESIÓN ADMISIBLE: 0.68 Kg/cm ²
FACTOR DE SEGURIDAD: 3.00
TIPO DE SUELO DESDE EL PUNTO DE VISTA SISMICO: TIPO DE SUELO: S ₃ , CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN: B, FACTOR DE ZONA Z = 0.4, FACTOR DE USO U = 1.3, FACTOR DE SUELO S = 1.4 y PERIODO PREDOMINANTE Ts = 0.9 seg.
EXPOSICIÓN DEL CONCRETO A LOS SULFATOS: MODERADA. (PROPORCIÓN DE SULFATOS MAYOR DE 0.10%) SEGÚN EL CÓDIGO ACI 318M-11 Y EL CAPITULO 4 DE LA NORMA E.060 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE ESTRUCTURAS.
RECOMENDACIONES ADICIONALES: NO DEBE CIMENTARSE SOBRE TURBA, SUELO ORGANICO, TIERRA VEGETAL, DESMONTE O RELLENO SANITARIO Y QUE ESTOS MATERIALES INADECUADOS DEBERAN SER REMOVIDOS EN SU TOTALIDAD, ANTES DE CONSTRUIR LA CIMENTACIÓN Y SER REEMPLAZADOS CON MATERIALES SELECCIONADOS.


 José L. Lezama Leiva
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA
 INGENIERO CIVIL
 CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA
 REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711
 REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

9.0.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Correlacionando la investigación de campo realizada con los resultados de los ensayos de laboratorio y según el análisis efectuado en el transcurso del informe, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El terreno en estudio se encuentra ubicado en la intersección del Jr. Junin y el Jr. Apurímac, jurisdicción del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, región Cajamarca.
- El subsuelo del terreno donde se ejecutará el Proyecto: "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA", está conformado básicamente por un primer estrato de mejoramiento de suelo, constituido por bolones aislados de perfil angular (roca arenisca) de tamaño máximo de 8". Luego, existe un estrato de limo arcilloso inorgánico, de baja compresibilidad, de color beige claro a oscuro, mezclado con apreciable porcentaje de arena fina a gruesa y mínimo porcentaje de fragmentos rocosos de tamaño máximo de ¾" a 1". Se encuentra con bajo grado de compactación, alto contenido de humedad y presenta moderado contenido de sales sulfatadas.
- El nivel de cimentación, de la edificación existente, se encuentra a una profundidad 0.60 m., con respecto al nivel actual del terreno.
- La capacidad portante admisible del suelo de fundación, a una profundidad de 0.60 m., es de:

$$q_{ad} = 0.68 \text{ Kg/cm}^2$$

- Se debe de señalar que la calicata C-10, se realizó a 2.10 m. de profundidad, con respecto al nivel de piso del sótano, teniendo en cuenta que existe un desnivel de 0.90 m., con respecto al nivel de la vereda exterior del Teatro.
- En lo que respecta al Análisis Químico del Suelo de Fundación, realizado por el Ing° Hugo Mosqueira Estraver, cuyos resultados son mayores a 0.10%, en lo que respecta a sulfatos, nos indican que se consideraría como exposición moderada. Por lo tanto, se recomienda utilizar en la elaboración del concreto de la cimentación, en caso de una nueva edificación, Cemento Pórtland Adicionado tipo MS (ASTM C 1157), con la finalidad de impermeabilizar el concreto de la cimentación, en cierto modo y evitar la corrosión de elementos metálicos embebidos.
- Se recomienda, en caso de realizar una nueva edificación, realizar muestreo de especímenes de las mezclas de concreto a elaborar en la ejecución de la Obra, acorde a la Norma A.S.T.M. C 172. Asimismo, se debe utilizar un método de curado adecuado para el concreto acorde a la Norma A.S.T.M. C 31M-10 (temperatura de agua de curado: 23° C ± 2° C, humedad relativa: 95%), con la finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida en obra y los especímenes de concreto deberán ensayarse de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 39, con la finalidad de evaluar el control de calidad del concreto en concordancia con el Reglamento ACI 318M-11.
- Se recomienda construir un sistema adecuado de drenaje, alrededor de toda la cimentación, con el objeto de impedir la infiltración de aguas pluviales en el terreno de fundación, debido a que el limo arcilloso inorgánico de baja compresibilidad existente, disminuye notablemente su resistencia al corte en contacto con el agua.
- Para la aplicación de las Normas de Diseño Sismo resistente del R.N.C. debe considerarse: Categoría: B, Factor de Zona Z = 0.4, Factor de Uso U = 1.3, Factor de Suelo S = 1.4 y Período predominante Ts = 0.9 seg.
- Finalmente, podemos concluir, que para el posible diseño de una nueva cimentación y el correcto desarrollo del Proyecto: "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA"; se deberá tener en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones antes descritas, dada la importancia de la obra, de tal suerte, que se asegure mayor estabilidad y durabilidad de la estructura en evaluación.

- C. Estudios de resistencia a la compresión y flexión de unidades de adobe aprobados por la DRCC** (Ver anexo N° 04.b. y anexo N° 07). En sus conclusiones y recomendaciones se indica datos referidos a la resistencia de la unidad de adobe, indicando si se encuentra o no en los rangos aceptables que indica la norma E-080. Los resultados son utilizados en la ficha de encuesta y ficha técnica de reporte
- D. Ficha de Evaluación de Daños** (Ver anexos N° 08). Que comprende la ficha de encuesta y la ficha de reporte; en esta ficha se ha desarrollado una metodología planteada por Tarque N. y Mosqueira (2005), cuyos lineamientos nos ayudan a determinar el Riesgo Sísmico aplicado a edificaciones de adobe utilizando la norma E-080.

4.2.2. Análisis y utilización de información obtenida

Se analizó la información a utilizar, la misma que fue ingresada en la ficha de Evaluación de Daños compuesta por la ficha de encuesta y la ficha de reporte, en donde se desarrolla una metodología para determinar el Riesgo Sísmico en edificaciones de adobe, para lo cual se ingresan datos analizados referidos a:

4.2.2.1 FICHA DE ENCUESTA (Ver fig. 4.03)

Se ingresar datos referidos a:

- Tipo de la edificación
- Tipo de sistema estructural

- A. Antecedentes: se realizan anotaciones respecto a la ubicación (departamento, provincia, distrito, dirección), pisos construidos, pisos proyectados, antigüedad de la edificación, peligros naturales, topografía y geotecnia, estado de la edificación.
- B. Aspectos Técnico: referidos a elementos y características de la edificación tales como: cimientos, sobrecimientos, muros, contrafuertes, techos, columnas, vigas, otros)

También se indica las deficiencias de la estructura en donde se considera datos relacionados a: problemas de ubicación, problemas constructivos, problemas estructurales y la mano de obra
- C. Peligros naturales potenciales: referidos a sismos, huaycos, deslizamientos, lluvias, vientos inundaciones y otros.
- D. Observaciones y comentarios: referidos a la edificación en estudio

 RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO FICHA DE ENCUESTA																																	
Tipo de edificación: _____																																	
Tipo de sistema estructural: _____																																	
A- ANTECEDENTES																																	
Departamento : _____	Provincia : _____																																
Distrito : _____	Dirección: _____																																
Dirección técnica en el diseño: _____																																	
Dirección técnica en la construcción: _____																																	
Pisos construidos: _____	Pisos proyectados: _____																																
Antigüedad de la edificación: _____ años																																	
Peligros naturales potenciales que afectan la edificación: _____																																	
Topografía y geotécnica: _____																																	
Estado de la edificación: _____																																	
B.- ASPECTOS TÉCNICOS																																	
Elementos de la edificación:																																	
Elementos	Características																																
Cimientos																																	
Sobrecimiento																																	
Muros																																	
Contrafuertes																																	
Techo																																	
Columnas																																	
Vigas																																	
Otros																																	
Deficiencias de la estructura:																																	
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">PROBLEMAS DE UBICACIÓN</th> <th style="width: 50%;">PROBLEMAS ESTRUCTURALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Edificación sobre suelo de relleno</td> <td><input type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Edificación sobre suelo no consolidado</td> <td><input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o concreto</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Edificación con asentamiento</td> <td><input type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismo</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Edificación en pendiente</td> <td><input type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Otros:</td> <td><input type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Torsión en planta</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia</td> <td><input type="checkbox"/> Edificación sin junta sísmica</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas</td> <td><input type="checkbox"/> Otros:</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Combinación de ladrillo con adobe o tapial en muros</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Otros:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		PROBLEMAS DE UBICACIÓN	PROBLEMAS ESTRUCTURALES	<input type="checkbox"/> Edificación sobre suelo de relleno	<input type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada	<input type="checkbox"/> Edificación sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o concreto	<input type="checkbox"/> Edificación con asentamiento	<input type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismo	<input type="checkbox"/> Edificación en pendiente	<input type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados	<input type="checkbox"/> Otros:	<input type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo		<input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada		<input type="checkbox"/> Torsión en planta	PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS		<input type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/> Edificación sin junta sísmica	<input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas	<input type="checkbox"/> Otros:	<input type="checkbox"/> Combinación de ladrillo con adobe o tapial en muros		<input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica		<input type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral		<input type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad		<input type="checkbox"/> Otros:	
PROBLEMAS DE UBICACIÓN	PROBLEMAS ESTRUCTURALES																																
<input type="checkbox"/> Edificación sobre suelo de relleno	<input type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada																																
<input type="checkbox"/> Edificación sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o concreto																																
<input type="checkbox"/> Edificación con asentamiento	<input type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismo																																
<input type="checkbox"/> Edificación en pendiente	<input type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados																																
<input type="checkbox"/> Otros:	<input type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo																																
	<input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada																																
	<input type="checkbox"/> Torsión en planta																																
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS																																	
<input type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/> Edificación sin junta sísmica																																
<input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas	<input type="checkbox"/> Otros:																																
<input type="checkbox"/> Combinación de ladrillo con adobe o tapial en muros																																	
<input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica																																	
<input type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral																																	
<input type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad																																	
<input type="checkbox"/> Otros:																																	
MANO DE OBRA																																	
<input type="checkbox"/> Buena	<input checked="" type="checkbox"/> Regular																																
<input type="checkbox"/> Mala																																	
OTROS																																	
C.- PELIGROS NATURALES POTENCIALES																																	
<input type="checkbox"/> Sismos	<input type="checkbox"/> Lluvia	<input type="checkbox"/> Otros																															
<input type="checkbox"/> Huayco	<input type="checkbox"/> Viento																																
<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Inundación																																
D.- OBSERVACIONES Y COMENTARIOS																																	

Fig. 4.03. Modelo ficha de encuesta

4.2.2.2 FICHA DE REPORTE (ver fig. 4.04.)

Se ingresan datos referidos a:

- A. Análisis por sismos: donde se considera el número de pisos de la edificación, peso propio, área de muros, relación entre el área existente y el área requerida, densidad de muros.
- B. Verificación de muros a corte: en donde se analiza los muros en sentido del eje x y eje y, ingresando datos de parámetros de variación según dirección de eje (espesor de muro, longitud de muro, área tributaria) y cuyo valor admisible debe ser $V_{adm} \leq 24 \text{kpa}$.
- C. La estabilidad de los muros al volteo: es analizado en los tabiques, utilizando el peso volumétrico del muro, la longitud de muros, el número de lados arriostrado para obtener resultados de inestabilidad.
- D. Se realiza el análisis de los factores influyentes para el riesgo sísmico en función de la vulnerabilidad (estructural y no estructural) y peligro (sismicidad, suelo y topografía y pendiente).

Después la información ingresada y procesada en la ficha de reporte se obtiene la calificación de Riesgo Sísmico (alto, medio, bajo).

- E. Con los resultados obtenidos se procede a:
 - ✓ Diagnosticar la situación actual de la edificación.
 - ✓ Concluir si la edificación presenta algún tipo de riesgo sísmico.
 - ✓ Recomendar alguna posible solución.

En las siguientes páginas, se presentan los gráficos, esquemas y las fotografías de la edificación y los problemas más resaltantes

RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO									
FICHA DE REPORTE									
									
A. Análisis por sismo (H=SUCP: U=1.3)									
Nº de Pisos=		S=		C=		S: Factor de suelo 1.2, por ser suelo intermedio o blando.			
so prom.x m ² (muros de e=0.4m- 0.8 m) =		kN/m ²		vm=		C : <Cohesiviente sísmico, zona 3, valor de la tabla E 08			
Área en planta Ap		Peso prom. por área		Cort. Basal H=SUCP		Área de muros Existente Ae		Relación Ae / Ar	
m ²		kN/m ²		kN		m ²		Adim.	
Resultado									
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")									
0		0.0							
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")									
0		0.0		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!	
Tabla de verificación de muro a corte									
Identificación de muro		Parámetros de Verificación			Esfuerzo Sismico a Corte		Esfuerzo Admisible		
e		L		A trib.		Peso		vadm=24 kPa	
m		m		m ²		kN		kPa	
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")									
M1X						0.00		#DIV/0!	
M2X						0.00		#DIV/0!	
M4X						0.00		#DIV/0!	
M5X						0.00		#DIV/0!	
M6X						0.00		#DIV/0!	
M9X						0.00		#DIV/0!	
M12X						0.00		#DIV/0!	
M13X						0.00		#DIV/0!	
M14X						0.00		#DIV/0!	
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")									
M3Y						0.00		#DIV/0!	
M10Y						0.00		#DIV/0!	
M11Y						0.00		#DIV/0!	
M24Y						0.00		#DIV/0!	
M25Y						0.00		#DIV/0!	
Estabilidad de los muros al volteo									
Peso volumétrico del muro=		kN/m ³			Z=				
Muro		Identific.		a<b		Lados		Factores	
		de muro		a b t		Arriostros		P C1	
				m m m				Valor m	
Tabique								M. Actuante 0.8ZC1mPa ²	
Tabique								Mresist 6.667t ²	
								Resultado Ma/Mr	
								Adim.	
								Estable	
								Estable	
Nota: los valores de m fueron ajustados a una función $y=a \cdot \ln(x+b)+c$, según la gráfica original de Timoshenko y Woinosky-Krieger									
Factores influyentes para el riesgo sísmico									
Vulnerabilidad					Peligro				
Estructural		No estructural			Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente
Densidad		Mano de obra y materiales			Tabiquería				
Adecuada		Buena calidad			Tdos estables		Baja		Rigido
Aceptable		Regular calidad			Algunos estables		Media		Intermedio
Inacecuada		Mala calidad			Todos inestables		Alta		Flexible
									Pronunciada
Vulnerabilidad		Alta			Peligro		Alto		Alto
Calificación									
Riesgo sísmico									
Alto									
Diagnóstico:									
Recomendaciones									

Fig. 4.04 Modelo ficha de reporte

4.2.3. Análisis e Interpretación de la información

Con la calificación obtenida, se realiza la interpretación de datos; para luego dar el diagnóstico de la edificación y las probables recomendaciones de la siguiente manera:

- **El riesgo sísmico bajo**, significa que la edificación no sufrirá daños ante eventos sísmicos. La edificación tiene adecuada densidad de muros, buena calidad de mano de obra y materiales adecuados, y se encuentra construida sobre un suelo estable.
- **El riesgo sísmico medio**, significa que la edificación no tiene adecuada densidad de muros en una de sus direcciones, pero se encuentra construida sobre un suelo estable. En este caso, se puede afirmar que la edificación sufrirá algunos daños en sus muros.
- **El riesgo sísmico alto**, significa que la edificación sufrirá daños importantes en sus muros y que los tabiques colapsarán (se voltearán). También, la edificación podría presentar problemas de asentamiento por estar construida sobre un suelo muy flexible o con pendiente media. En este caso la edificación debe ser reforzada y para ello se recomienda el asesoramiento técnico de profesionales en ingeniería civil y otras especialistas en restauración de monumentos históricos.

4.3. Métodos de investigación.

La investigación es cuantitativa, no experimental descriptiva.

Por ser una metodología que se adapta a nuestra investigación, se utilizó la metodología planteada por Tarque N. y Mosqueira (2005), cuyos lineamientos han

permitido elaborar la ficha de evaluación de daños, para determinar el riesgo sísmico para edificaciones de adobe, en la cual se considera la Norma Técnica E-080, se determinan los esfuerzos resistentes de la edificación y los compara con los esfuerzos actuantes.

Los métodos utilizados para el desarrollo de la presente investigación son:

4.3.1. Método descriptivo

Puesto que se ha analizado el riesgo sísmico considerando las variables como: peligro y vulnerabilidad que puede sufrir el Teatro Cajamarca, descomponiendo la investigación en sus partes o elementos en forma ordenada para observar las causas, la naturaleza y los efectos. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

4.3.2. Método cuantitativo

En el desarrollo del tema se ha utilizado el método cuantitativo el mismo que tienen cuatro fases:

- Preparación: incluye la reflexión inicial, la definición del área problemática y el diseño inicial del estudio (susceptible de ser modificado posteriormente). Incluye la revisión previa de la literatura, la reflexión inicial (maduración de la idea) y el diseño.
- Trabajo de campo o ejecución: recoger datos, empleando una diversidad de técnicas y criterios.

- Fase Analítica: Procesamiento y análisis de datos, mediante la metodología planteada para la evaluación de riesgo sísmico para edificaciones de adobe, la misma que genera discusión permanente, la fiabilidad y validación.
- Fase informativa: Es la presentación de resultados de modo transparente, coherente y la elaboración del informe final.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación

4.4.1. Universo.

Está constituido por las 109 edificaciones de adobe de la ciudad de Cajamarca, que cuentan con la Declaratoria de Monumentos, (ver Tabla N° 04.02), según Resolución Directoral 2900-1972-ED (Ver Anexos Ns° 01 y 02)

Tabla 4.02. Resumen de Declaratoria de Monumentos

TIPO DE MONUMENTO	CANTIDAD TOTAL	SUB TOTAL	TIPO DE DECLARATORIA	TIPO DE MATERIAL	
				ADOBE	PIEDRA
ARQUITECTURA CIVIL Y DOMESTICA	103	20	R.S N°2900-1972-ED 12/28/1972	103	
		1	R.M. N°0928-1980-ED 07/23/1980		
		74	R.M. N°543-1986-ED 08/27/1986		
		7	R.M. N°796-1986-ED 30/12/1986		
		1	R.D.N N°103-2006-INC 26/01/2006		
ARQUITECTURA ECLESIASTICA Y RELIGIOSA	10	8	R.S N°2900-1972-ED 12/28/1972	01	09
		2	R.M. N°543-1986-ED 08/27/1986		
EDIFICIOS PUBLICOS	11	1	Ley N°9441 26/11/1941	05	06
		7	R.S N°2900-1972-ED 12/28/1972		
		2	R.M. N°796-1986-ED 30/12/1986		
		1	R.M. N°543-1986-ED 08/27/1986		
TOTAL	124			109	15

Fuente: Inventario de Patrimonio histórico, artístico de Cajamarca, INC – 1983.
Elaboración: Sub Gerencia de Gestión del Centro Histórico.

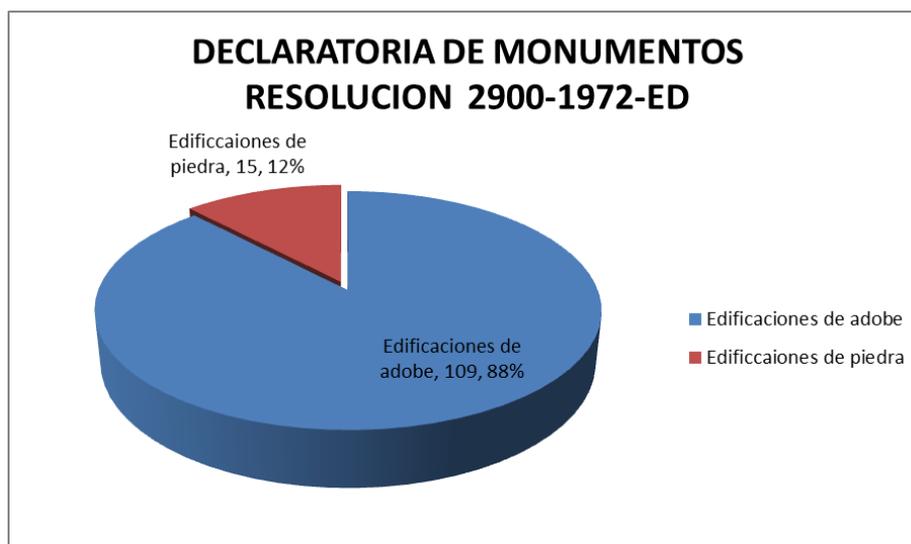


Fig. 4.05. Tipo de material según Declaratoria de Monumentos (Elab. propia)

4.4.2. Población

La población está constituida por las 05 edificaciones públicas de adobe de la zona monumental de la ciudad de Cajamarca, declaradas patrimonio histórico. (Ver Tabla 4.02: Resumen de Declaratoria de Monumentos, Anexo N° 01: Resolución Directoral 2900-1972-ED y Anexo N° 02: Cuadro de Declaratoria de Monumentos)

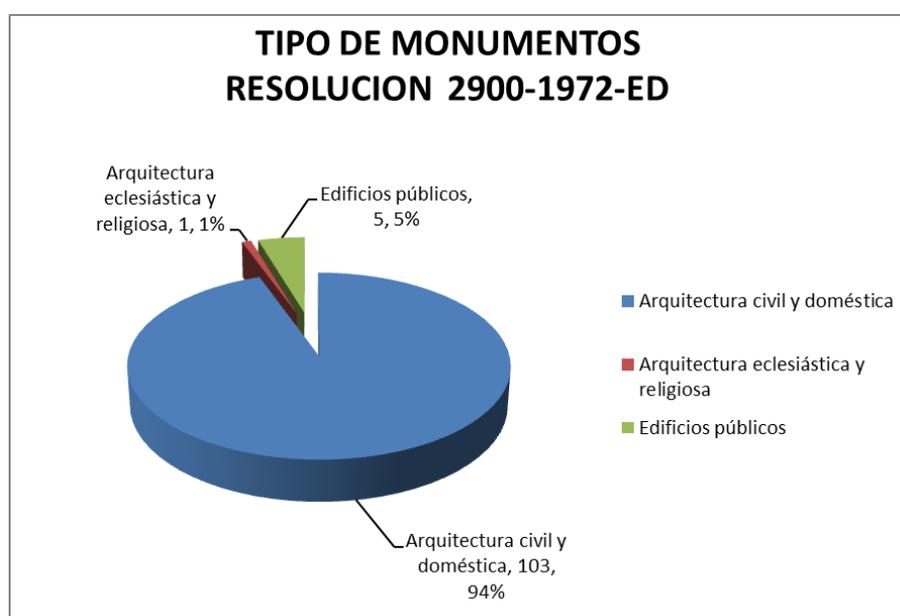


Fig. 4.06. Tipo de monumentos según Declaratoria de Monumentos (Elab. propia)

4.4.3. Muestra.

La selección de la muestra se realizó empleando un **muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia y está constituida por la edificación pública de adobe** denominada Teatro Cajamarca.

El Teatro Cajamarca está construido de adobe y piedra, está compuesto por los siguientes ambientes: Sótano (06 ambientes), Primer nivel (11 ambientes), segundo nivel (04 ambientes) y arquerías de piedra. La presente investigación se realizó en la edificación de adobe.

4.4.4. Unidad de análisis

Está constituida por la edificación de adobe del Teatro Cajamarca.

4.4.5. Unidad de observación

Comprende los estudios utilizados en la presente investigación tales como:

- Levantamiento arquitectónico del estado actual del Teatro Cajamarca (Arq. Center 2011).
- Investigación Histórica del Teatro Cajamarca (Evelio Gaytan 2012).
- Estudio de Mecánica de suelos (Serlit 2012).
- Estudio a la resistencia y a la comprensión de las unidades de adobe (Serlit 2012).
- Densidad de muros, tipo de materiales, tipo de suelo, topografía.

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información:

4.5.1 Técnicas de Recopilación de Información

La técnica empleada es de análisis documental, ya que se cuenta con documentos fuente de naturaleza institucional, de los cuales se ha obtenido información

valiosa y necesaria para el desarrollo de la investigación. Se han realizado las siguientes acciones.

4.5.1.1. Trabajo de campo, consistente en la recolección seleccionada de datos

A. Situación actual del inmueble:

- Ubicación y Linderos
- Condición Histórico Monumental
- De la propiedad
- Análisis tipológico
- Descripción del tipo de planta

B. Obtención de datos:

- Levantamiento arquitectónico aprobado por la Dirección de Cultura Cajamarca (DRCC) y verificado para el desarrollo del estudio.
- Estudios de mecánica de suelos aprobados por la DRCC
- Estudios de resistencia a la compresión y flexión de unidades de adobe aprobados por la DRCC
- Ficha de Evaluación de Daños, técnicas para el procesamiento y análisis de la información para edificaciones de adobe

4.5.1.2. Trabajo de gabinete.

Consistente en el procesamiento y análisis de datos, mediante la metodología planteada por Tarque N. y Mosqueira (2005), para la evaluación de riesgo sísmico, cuyos lineamientos nos han permitido elaborar la ficha de evaluación de daños, para determinar el riesgo sísmico para edificaciones de adobe.

4.5.1.3. Fase informativa

Es la presentación de resultados, de modo transparente, coherente y la elaboración del informe final.

4.5.2. Instrumentos de recopilación de información

Los instrumentos utilizados en el presente estudio son:

- Estudios de línea base (levantamiento arquitectónico del estado actual del teatro Cajamarca, estudio histórico).
- Normativas, reglamento y tesis realizadas en otras realidades.
- Ficha de evaluación de daños: Conformada por la ficha de encuesta y la ficha de reporte, para la evaluación del Riesgo Sísmico de Edificaciones de Adobe.
- Internet, la información que se buscó mediante este medio: Tesis, Normativas, la información del Ministerio de Cultura, entre otros que nos han ayudado al cumplimiento del objetivo general.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

4.6.1. Técnicas del procesamiento de información

De acuerdo a la naturaleza del presente trabajo, se han procesado los datos a través del uso de la informática; para ello, utilizamos *programas informáticos educacionales*: Microsoft Excel 2010, Microsoft Word 2010, Microsoft Power Point 2010, AutoCAD 2010, u otro. Estos programas nos sirvieron para la elaboración de:

- Cuadros, gráficos y tablas (Excel).
- Redacción de la información obtenida (Word).

- Presentación del proyecto (Power Point).
- Calculo de áreas, alturas, longitudes (AutoCAD).

4.6.2. Análisis de la información

El análisis de la información, se ha plasmado en la Ficha de Evaluación de Daños, la misma que está compuesta por la ficha de encuesta y la ficha de reporte, las que sirvieron para recoger información en campo y obtener el riesgo sísmico de la edificación del Teatro Cajamarca.

4.6.2.1. Ficha de encuesta (ver fig. 4.07)

La ficha de encuesta, es un documento elaborado en hojas de cálculo de MS Excel que sirve para anotar información de las características arquitectónicas, estructurales y constructivas de las edificaciones de adobe de hasta 02 pisos. La ficha consta de 01 página, en la cual se anotaron datos: de la edificación, antecedentes, aspectos técnicos (elementos de la edificación, deficiencias de la estructura, problemas de ubicación, problemas estructurales, problemas constructivos), peligros naturales potenciales, observaciones y comentarios.

A continuación se describe los contenidos de la ficha de encuesta.

A. Antecedentes,

Se realizaron anotaciones respecto a la edificación en estudio, tales como: ubicación (Jr. Apurimac N° 590-596, Cajamarca), número de pisos construidos (02 pisos), antigüedad de la edificación (102 años), peligros naturales potenciales (fuertes lluvias de la zona, sismos), topografía (media) estado de la edificación (en regular estado).

B. Aspectos técnicos,

En esta parte se anota y describe las características de:

- Los elementos de la edificación (cimientos corridos con piedra, sobrecimientos con piedra, muros de adobe, contrafuertes de adobe, techos madera de eucalipto con cobertura de calamina, columnas no tiene, vigas de madera, otros tales como el falso piso de concreto, pisos de madera machihembrada, cerámica, cemento pulido).

- Las deficiencias de la estructura, en donde se determinan:

Los problemas de ubicación, se identificó que la edificación se encuentra sobre suelo de relleno y edificación en pendiente.

Los problemas estructurales (densidad de muros inadecuada, muros sin confinar, cimientos y sobrecimientos inadecuados, torsión en planta, edificación sin junta sísmica).

Los problemas constructivos en donde se ha identificado: los muros expuestos a lluvia, muros inadecuados para soportar empuje lateral, unidades de adobe o tapial de baja calidad.

La calidad de la mano de obra, regular.

C. Peligros naturales potenciales

Se realiza las anotaciones de acuerdo a los datos históricos de acuerdo a la zona en donde está ubicada la edificación.

D. Observaciones y comentarios

Se anotan y clasifican los defectos que tienen la edificación de acuerdo a lo siguientes ítems:

- Problemas de ubicación

Son los problemas inherentes a la zona donde se ubica la edificación, como rellenos de nivel, suelo no consolidado, edificación con asentamiento y edificación en pendiente.

- Problemas estructurales

Son los principales errores estructurales encontrados, como inadecuada densidad de muros, muros resistentes a sismo sin confinar, cimientos y sobrecimientos inadecuados, tabiquería no arriostrada, torsión en planta, edificación sin junta sísmica.

- Problemas constructivos

Se considera como problemas constructivos a los muros expuestos a lluvia, muros inadecuados para soportar empuje lateral, unidades de adobe o tapial de baja calidad.

- Mano de obra

De acuerdo a la calidad de construcción, se califica la mano de obra como buena, regular o de mala calidad.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO		
		FICHA DE ENCUESTA		
		Tipo de edificación:	Pública	
		Tipo de sistema estructural:	Adobe	
A.- ANTECEDENTES				
Departamento :	CAJAMARCA	Provincia :	CAJAMARCA	
Distrito :	CAJAMARCA	Dirección:	JR. APURÍMAC Nº 590-596,	
Dirección técnica en el diseño:				
Dirección técnica en la construcción:				
Pisos construídos:	2	Pisos proyectados:	2	
		Antigüedad de la edificación:	102 años	
Peligros naturales potenciales que afectan la edificación: Fuertes lluvias de la zona, sismos				
Topografía y geotécnia: Media				
Estado de la edificación: En regular estado				
B.- ASPECTOS TÉCNICOS				
Elementos de la edificación:				
Elementos	Características			
Cimientos	Cimentación corrida (con piedra)			
Sobrecimiento	Con Piedra			
Muros	Adobe			
Contrafuertes	Adobe			
Techo	madera de eucalipto con cobertura de calamina			
Columnas	No tiene			
Vigas	de madera			
Otros	falso piso de concreto, pisos: de madera marchihembrada, ceramica, cemento pulido			
Deficiencias de la estructura:				
PROBLEMAS DE UBICACIÓN		PROBLEMAS ESTRUCTURALES		
<input checked="" type="checkbox"/>	Edificación sobre suelo de relleno	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada	
<input type="checkbox"/>	Edificación sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/>	Muros sin viga solera de madera o concreto	
<input type="checkbox"/>	Edificación con asentamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar resistentes a sismo	
<input checked="" type="checkbox"/>	Edificación en pendiente	<input checked="" type="checkbox"/>	Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados	
<input type="checkbox"/>	Otros:	<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS		<input type="checkbox"/>	Tabiquería no arriostrada	
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input checked="" type="checkbox"/>	Torsión en planta	
<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas	<input checked="" type="checkbox"/>	Edificación sin junta sísmica	
<input type="checkbox"/>	Combinación de ladrillo con adobe o tapial en muros	<input type="checkbox"/>	Otros:	
<input type="checkbox"/>	Unión muro techo no monolítica	MANO DE OBRA		
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros inadecuados para soportar empuje lateral	<input type="checkbox"/>	Buena	
<input checked="" type="checkbox"/>	Unidades de adobe o tapial de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Regular	
<input type="checkbox"/>	Otros:	<input type="checkbox"/>	Mala	
OTROS				
C.- PELIGROS NATURALES POTENCIALES				
<input checked="" type="checkbox"/>	Sismos	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluvia	
<input type="checkbox"/>	Huayco	<input type="checkbox"/>	Viento	
<input type="checkbox"/>	Deslizamiento	<input type="checkbox"/>	Inundación	
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Otros
D.- OBSERVACIONES Y COMENTARIOS				
La edificación por su antigüedad (102 años), fue constrida sin considerar el Reglamento Nacional de edificaciones, en sus acapites: Sismoresistente Norma E-030, Estructuras de adobe Norma E-80, Suelos, Cimentaciones Norma E-050 y Arquitectura Norma A-140.				

Fig. 4.07. Ficha de encuesta

4.6.2.2. Ficha de reporte (Ver fig. 4.08)

La ficha de reporte son hojas de cálculo, en donde se deben de analizar los datos a ingresar de manera ordenada y detallada según el tipo de edificación en estudio, características arquitectónicas, estructurales y constructivas. Además se realiza el cálculo de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de la edificación. La presente ficha de reporte consta de 08 páginas.

En la primera y segunda página (Figs. 4.08 a y 4.08.b primer y segundo piso), son hojas de cálculo de MS Excel, se calcula el análisis por sismo, verificación de muros a corte, la estabilidad al volteo de los muros, se calcula los factores influyentes para el riesgo sísmico, se obtiene la calificación del riesgo sísmico; así mismo se realiza el diagnóstico de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico y se da recomendaciones.

En la tercera, cuarta y quinta página (Figs.4.08.c., 4.08.d, 4.08.e) se presentan los esquemas de la edificación (plantas y elevaciones).

En la sexta, séptima y octava página (Figs. 4.08.f, 4.06.g, 4.08.h) se presenta un conjunto de fotografías que muestran las fachadas de la edificación y los problemas más resaltantes.

La ficha de reporte se diferencia de la ficha de encuesta en: la ficha de encuesta se toman datos resaltantes de la edificación que en su momento sirve de insumo para la ficha de reporte; la ficha de reporte presenta el análisis sísmico de la edificación, el análisis de la estabilidad de muros (corte, volteo), factores influyentes para el riesgo sísmico referidos a la vulnerabilidad (estructural y no estructural) y el peligro (sismicidad, suelo topografía y pendiente); obteniéndose la calificación de la vulnerabilidad y peligro sísmico.

En La ficha de reporte se realizan los siguientes cálculos:

A. Análisis por sismo

El análisis sísmico se basa en la comparación de la densidad de muros existentes con la densidad mínima requerida para que las edificaciones soporten adecuadamente los sismos raros (0,4 g). Para determinar el área mínima de muros que debe tener cada edificación, se ha supuesto que la fuerza cortante actuante, producto de un sismo raro, dividida entre el área de muros requerida debe ser menor que la sumatoria de las fuerzas cortantes resistentes de los muros dividida entre el área existente de muros.

A.1 Fuerzas Sísmicas Horizontales

Para calcular la fuerza sísmica horizontal, se basará en la fórmula 1, la misma que ha sido descrita con mayor detalle en el Cap. II ítem 2.3.2

$$H = S \cdot U \cdot C \cdot P \quad (1)$$

Se determinaran los valores de S, U y C, haciendo uso de los valores de las tablas 2.01, 2.02, 2.03 del Cap. II, los mismos que serán utilizados en la ficha de reporte, según resumen de factores, ver tabla N° 4.03

Tabla 4.03. Resumen de factores (elab. Propia)

Factor	Descripción	Valor
S	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible	1,2
U	Colegios, Postas Médicas, Locales Comunales, Locales Públicos	1,3
C	Zona sísmica 3	0.20

En el presente estudio, los resultados al Análisis por Sismos, para el primer y segundo nivel han resultado inadecuados y para verificar muros; por lo que ha sido necesario realizar el cálculo de verificación de muros a corte (ver figs. 4.08.a y 4.08b).

B. Verificación de muros a corte

Para que el esfuerzo sísmico a corte sea adecuado, este debe ser menor que el esfuerzo sísmico admisible.

Para calcular la el esfuerzo sísmico a corte, se basará en la fórmula 2

$$V=S*C*P / e*l \quad (2)$$

Donde

S, es la capacidad portante

P, peso promedio

C, Coeficiente sísmico

e, Espesor del muro

l, Longitud del muro

$$P= \text{peso promedio} * N \text{ de pisos} * A. \text{ trib.} \quad (3)$$

Área tributaria (A. trib.), es la que soporta el muro portante
 El esfuerzo sísmico admisible se ha calculado haciendo uso de la fórmula 4

$$V_{adm.} = \frac{\text{Res. Compresión adobe} * C}{8} \quad (4)$$

Resistencia a la compresión del adobe se obtiene del estudio de Resistencia a la compresión y flexión del adobe (anexo N° 07), que en nuestro caso es 9.52 kg/cm² y que reemplazando los valores se tiene que el **V_{adm.} = 24 Kpa.**

En el presente estudio correspondiente a la verificación de muros a corte, los resultados para el primer y segundo nivel en relación al esfuerzo admisible resultan inadecuados; por lo que se ha realizado el cálculo de la estabilidad de los muros al volteo en la zona donde existen 02 pisos (ver figs. 4.08. a.).

C. Estabilidad de los muros al volteo

Los muros no portantes son aquellos diseñados y construidos para soportar cargas, provenientes de su propio peso. Los muros no portantes son los tabiques, cercos y parapetos de las edificaciones.

La estabilidad de los muros al volteo es la relación existente entre el momento actuante con el momento resistente.

El momento actuante se calcula con la fórmula

$$M_a = 0.8ZC_1mPa^2 \quad (5)$$

Donde:

C1: coeficiente para tabique

P: peso del muro

M: N° de lados

a: medida menor del tabique

Z: factor de zona

Para el momento resistente interviene los lados arriostrados del tabique y las dimensiones del muro

- Si $M_a \leq M_r$ el muro es estable, pues el momento actuante es menor que el momento resistente.
- Si $M_a > M_r$ el muro es inestable pues el momento actuante es mayor que el momento resistente y fallara por volteo ante un sismo raro de 0.4 g.

En el presente estudio, correspondiente a la verificación de muros al volteo, los resultados han sido inestables (ver figs. 4.08. a.).

D. Factores influyentes para el riesgo sísmico

En esta parte de la ficha de reporte, se realiza el cálculo del riesgo sísmico para la edificación en función de dos factores: de la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico (Kuroiwa 2002).

$$\text{Riesgo Sísmico} = 0,5 \times \text{Peligro Sísmico} + 0,5 \times \text{Vulnerabilidad Sísmica} \quad (6)$$

D.1 Vulnerabilidad sísmica

Para determinar la vulnerabilidad sísmica se ha analizado la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural, según lo sugerido por Kuroiwa J. (2002:5).

La vulnerabilidad sísmica estructural está en función a los siguientes parámetros: la densidad de muros (con incidencia del 60%), la calidad de mano de obra y la calidad de materiales (con incidencia del 30%). La vulnerabilidad sísmica no estructural está en función a un solo parámetro: la estabilidad de muros al volteo (con incidencia del 10%) para el caso de tabiques y parapetos. Ver tabla 4.04. En la celda respectiva solo se debe colocar una “X”.

Tabla 4.04. Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica					
Estructural				No estructural	
Densidad (.60%)		Mano de obra y materiales (.30%)		Tabiquería y parapetos (.10%)	
Adecuada	1	Buena calidad	1	Tdos estables	1
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Inacecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3

FUENTE: Adaptado de “Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana”. Lima. 2005.

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación 7 para calificar numéricamente la vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = 0.6 * \text{Densidad} + 0.3 * \text{Manos de obra y materiales} + 0.1 * \text{tabiquería} \quad (7)$$

En la Tabla 4.05 se pueden apreciar los rangos numéricos para determinar la vulnerabilidad sísmica siendo esta baja, media o alta.

Tabla 4.05. Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica	Rango		
Baja	1	a	1.4
Media	1.5	a	2.1
Alta	2.2	a	3

FUENTE: Adaptado de “Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana”. Lima. 2005.

Los rangos mostrados en la tabla 4.05 encierran todas las posibles combinaciones de los parámetros (Tabla 4.06) que califican la vulnerabilidad sísmica.

Tabla 4.06. Combinaciones de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

VULNERABILIDAD SISMICA	Estructural						No Estructural			Valor numérico
	Densidad (60%)			Calidad M.O. y materiales (30%)			Estabilidad de parapetos (10%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena □	Regular	Mala	Todos Estabiles	Algunos Estables	Todos Inestables	
BAJA	x			x			x			1.0
	x			x				x		1.1
	x			x					x	1.2
	x				x		x			1.3
	x				x			x		1.4
MEDIA	x				x				x	1.5
	x					x	x			1.6
	x					x		x		1.7
	x					x			x	1.8
		x		x			x			1.6
		x		x				x		1.7
		x		x					x	1.8
		x			x		x			1.9
		x			x			x		2.0
		x			x				x	2.1
ALTA		x				x	x			2.2
		x				x		x		2.3
		x				x			x	2.4
			x	x			x			2.2
			x	x				x		2.3
			x	x					x	2.4
			x		x		x			2.5
			x		x			x		2.6
			x		x				x	2.7
			x			x	x			2.8
			x			x		x		2.9
			x			x			x	3.0

Por ejemplo, en la tabla 4.07 se muestra que la densidad de muros es adecuada (se le asigna el valor de 1), mano de obra de calidad regular (se asigna el valor de 2) y tabiquería inestable (se asigna el valor de 3). De acuerdo a la ecuación 7, se tiene que $0,6 \times 1 + 0,3 \times 2 + 0,1 \times 3 = 1,5$; esto significa que la edificación tiene vulnerabilidad sísmica media.

Tabla 4.07. Ejemplo para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica					
Estructural			No estructural		
Densidad		Mano de obra y materiales		Tabiquería y parapetos	
Adecuada	X	Buena calidad		Tdos estables	
Aceptable		Regular calidad	X	Algunos estables	
Inacecuada		Mala calidad		Todos inestables	X

D.2 Peligro sísmico

La evaluación del peligro sísmico está en función a los siguientes parámetros: la sismicidad (con incidencia 40%), tipo de suelo (con incidencia 40%), y la topografía y pendiente (con incidencia 20%), de las zonas donde están ubicadas las edificaciones, (ver tabla 4.08). La evaluación de la sismicidad y del tipo de suelo tiene relación directa con los valores de factor de zona (Z) y factor de suelo (S) que se estipulan en la NTE E.030.

Tabla 4.08. Valores de los parámetros del peligro sísmico

Parametro Peligro Sísmico					
Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente	
.(40%)		.(40%)		.(20%)	
Baja	1	Rigido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

FUENTE: Adaptado de “Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana”. Lima. 2005.

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación 8 para calificar numéricamente el peligro sísmico, el valor obtenido es comparado con los rangos numéricos evaluados en la tabla 4.09, asignándole una calificación de Peligro sísmico alto, medio o bajo.

$$\text{Peligro Sísmico} = 0.4 * \text{Sismicidad} + 0.4 * \text{Suelo} + 0.2 * \text{topografía} \quad (8)$$

Tabla 4.09. Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico

Sismicidad	Peligro sísmico	Rango		
alta	Bajo		1.8	
	Medio	2	a	2.4
	Alto	2.6	a	3
Media	Bajo	1.4	a	1.6
	Medio	1.8	a	2.4
	Alto		2.6	
Bajo	Bajo	1	a	1.6
	Medio	1.8	a	2
	Alto		2.2	

FUENTE: Adaptado de “Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana”. Lima. 2005.

Los rangos mostrados en la tabla 4.09 encierran todas las posibles combinaciones de los parámetros que califican el peligro sísmico (tabla 4.10). En estas combinaciones se toma como eje principal la sismicidad de la zona donde está construida la edificación.

Tabla 4.10. Combinaciones de los parámetros para la evaluación del peligro sísmico

Sismicidad (40%)	Suelo (40%)			Topografía (20%)			Peligro Sísmico	Valor Numérico
	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada		
ALTA	x			x			Bajo	1.0
	x				x		Medio	2.0
	x					x		2.2
		x		x				2.2
		x			x			2.4
		x				x	Alto	2.6
			x	x				2.6
			x		x			2.8
		x			x	3.0		
MEDIA	x			x			Bajo	1.4
	x				x		Medio	1.6
	x					x		1.8
		x		x				1.8
		x			x			2.0
			x	x		x	2.2	
			x		x		2.2	
			x			x	2.4	
BAJA	x			x			Bajo	1.0
	x				x			1.2
	x					x		1.4
		x		x				1.4
		x				x	1.6	
		x				x	Medio	1.8
			x	x				1.8
			x		x			2.0
		x			x	2.2		

Por ejemplo, en la Tabla 4.11, se muestra a una edificación construida en una zona de sismicidad alta (se le asigna el valor de 3), el suelo es intermedio (se le asigna el valor de 2) y la topografía es plana (se le asigna el valor de 1). De acuerdo a la ecuación 8 se tiene $0,4 \times 3 + 0,4 \times 2 + 0,2 \times 1 = 2,2$. Luego como la edificación está en una zona de sismicidad alta y el resultado es 2,2, la zona donde se ubica la edificación tiene peligro sísmico medio.

Tabla 4.11. Ejemplo para evaluar el peligro sísmico

Peligro Sísmico					
Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente	
Baja		Rigido		Plana	X
Media		Intermedio	X	Media	
Alta	X	Flexible		Pronunciada	

D.3 Riesgo sísmico

Para calificar numéricamente el riesgo sísmico, los valores asignados a la vulnerabilidad y peligro se reemplazan en la ecuación 6. El valor obtenido se compara con la calificación del riesgo mostrado en la tabla 4.12, esto nos permite asignarle una calificación de Riesgo Sísmico Alto, Medio y Bajo.

Tabla 4.12. Calificación del riesgo sísmico

RIESGO SISMICO			
Vulnerabilidad \ Peligro	1	2	3
1	1	1.5	2
2	1.5	2	2.5
3	2	2.5	3

RIESGO SISMICO			
Vulnerabilidad \ Peligro	Baja	Media	Alta
Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

FUENTE: “Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana”. Lima. 2005.

E. Diagnóstico

En esta parte se explican los posibles daños que la edificación sufrirá de acuerdo al nivel de riesgo sísmico calculado.

El riesgo sísmico bajo significa que la edificación no sufrirá daños ante eventos sísmicos. La edificación tiene adecuada densidad de muros, buena calidad de mano de obra y materiales adecuados, y se encuentra construida sobre un suelo estable.

El riesgo sísmico medio significa que la edificación no tiene adecuada densidad en una de sus direcciones, pero se encuentra construida sobre un suelo estable. En este caso, se puede afirmar que la edificación sufrirá algunos daños en sus muros.

El riesgo sísmico alto significa que la edificación sufrirá daños importantes en sus muros y que los tabiques colapsarán (se voltearán). También, la edificación podría presentar problemas de asentamiento por estar construida sobre un suelo muy flexible o con pendiente elevada. En este caso la edificación debe ser reforzada y para ello se recomienda el asesoramiento técnico de profesionales en ingeniería civil especialistas en trabajos de conservación de monumentos

F. Gráficos y fotografías

En esta parte de las fichas de reporte se presenta planos en planta con las dimensiones de los elementos estructurales. Se muestra también elevaciones laterales y frontales.

Finalmente se muestra algunas fotografías que resaltan las fallas de la edificación.

RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO											
FICHA DE REPORTE											
											
Análisis por sismo (H=SUCP; U=1.3)											
Nº de Pisos=	2	S=	1.2	C=	0.2	S: Factor de suelo 1.2, por ser suelo intermedio o blando					
Peso prom.xm ² (muros de e=0.4m-0.8 m) =	16	kN/m ²		v/m=	24	kPa	C :-Cohesiviente sísmico, zona 3, valor de la tabla E 080				
Área en planta Ap	Peso prom. por área	Cort. Basal H=SUCP	Área de muros Existente Ae	Relación Ae / Ar	Resultado	v/m: corte de albañilería					
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ² Adim.		Am/Ar > 1,0 densidad adecuada					
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")											
98.5	16	983.4	22.3	31.5	0.71	Verif. muros					
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")											
98.5	16	983.4	17.3	31.5	0.55	Inadecuada					
Tabla de verificación de muro a corte											
Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo Sísmico a Corte kPa	Esfuerzo Admisible vadm=24 kPa					
	e m	L m	A trib. m ²	Peso kN							
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")											
M1X	0.70	2.04	5.10	163.20	27.4	Inadecuado					
M2X	0.70	2.00	5.75	184.00	31.5	Inadecuado					
M4X	0.70	2.08	4.43	141.76	23.4	OK					
M5X	0.70	2.21	4.41	141.12	21.9	OK					
M6X	0.70	5.21	8.51	272.32	17.9	OK					
M9X	0.70	5.90	12.86	411.52	23.9	OK					
M12X	0.70	7.67	17.50	560.00	25.0	Inadecuado					
M13X	0.70	2.37	7.10	227.20	32.9	Inadecuado					
M14X	0.70	2.37	7.18	229.76	33.2	Inadecuado					
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")											
M3Y	0.70	4.63	29.20	934.40	69.2	Inadecuado					
M10Y	0.70	4.25	22.58	722.56	58.3	Inadecuado					
M11Y	0.70	3.14	22.58	722.56	78.9	Inadecuado					
M24Y	0.70	6.22	9.71	310.72	17.1	OK					
M25Y	0.70	6.42	9.78	312.96	16.7	OK					
Estabilidad de los muros al volteo											
Peso volumétrico del muro=	16	kN/m ³	Z=	0.4							
Muro	Identific. de muro	a-b			Lados Arriostrados	Factores		Valor m	M. Actuante 0.8ZC1mPa ²	Mresist 6.667t ²	Resultado Ma/Mr
		a m	b m	t m		P kN/m ²	C1 adim.				
Tabique	m17	3.30	9.42	0.70	3	11.2	0.9	0.133	4.68	3.27	Inestable
Tabique	m22	3.30	9.42	0.70	3	11.2	0.9	0.133	4.68	3.27	Inestable
Nota: los valores de m fueron ajustados a una función y=a·ln(x+b)+c, según la gráfica original de Timoshenko y Woinosky-Krieger											
Factores influyentes para el riesgo sísmico											
Vulnerabilidad						Peligro					
Estructural			No estructural			Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente	
Densidad			Mano de obra y materiales			Tabiquería					
Adecuada	Buena calidad					Tdos estables		Baja		Rígido	
Acceptable	Regular calidad		X			Algunos estables		Media		Intermedio	
Inadecuada	Mala calidad		X			Todos inestables		Alta		Flexible	
Vulnerabilidad			Alta			Peligro		Alto			
Calificación											
Riesgo sísmico											
Alto											
Diagnóstico:											
La edificación presenta en ambos ejes (x e y) densidad de muros inadecuada, con esfuerzos a corte inadecuado, muros al volteo inestables, la tabiqueia presenta inestabilidad al volteo; por lo que se concluye que presenta una vulnerabilidad alta.											
La edificación se encuentra ubicada en: una zona de sismicidad alta, suelo flexible y una topografía media; por lo que concluye que el peligro sísmico es alto .											
Teniendo como resultados que la vulnerabilidad y peligro sísmico son altos, podemos concluir que la edificación presenta un riesgo sísmico alto. Además las lluvias que se presentan en la zona, provocan humedecimiento en los muros en forma constante, reduciendo su calidad estructural											
Recomendaciones											
La edificación en estudio esta declarada como patrimonio cultural, por lo tanto es necesario la realización de estudios especiales para recomen su reforzamiento, para evitar maltratar y deteriorar el patrimonio.											
Debería reforzarse los muros con malla electrosoldada a ambos lados (internamente y externamente), para aumentar su resistencia											

Fig. 4.08.a. Ficha de reporte

RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO						
FICHA DE REPORTE						
						
Análisis por sismo (H=SUCP; U=1.3)						
Nº de Pisos=	1	S=	1.2	C=	0.2	S: Factor de suelo 1.2, por ser suelo intermedio o blando
o prom.x m ² (muros de e=0.4m- 0.8 m) =	16	kN/m ²	vm=	24	kPa	C : <Cohesiviente sísmico, zona 3, valor de la tabla E 080
Área en planta Ap	Peso prom. por área	Cort. Basal H=SUCP	Área de muros		Relación Ae / Ar	Resultado
m ²	kN/m ²	kN	Existente Ae Reporte 01.2	Requerida Ar m ²	Adim.	
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
98.5	16	491.7	29.98	15.8	1.90	Adecuada
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
98.5	16	491.7	10.15	15.8	0.64	Verif. muros
Tabla de verificación de muro a corte						
Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo Sísmico a Corte kPa	Esfuerzo Admisible vadm=24 kPa
	e m	L m	A trib. m ²	Peso kN		
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
M15X	0.70	18.63	153.77	2460.32	45.3	Inadecuado
M16X	0.70	1.85	21.19	339.04	62.8	Inadecuado
M23X	0.70	22.35	170.96	2735.36	42.0	Inadecuado
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
M17Y	0.70	1.85	36.58	585.28	108.5	Inadecuado
M22Y	0.70	1.84	32.64	522.24	97.3	Inadecuado
M18Y	0.70	2.38	15.68	250.88	36.1	Inadecuado
M19Y	0.70	3.02	22.03	352.48	40.0	Inadecuado
M20Y	0.70	2.98	20.53	328.48	37.8	Inadecuado
M21Y	0.70	2.43	12.60	201.60	28.4	Inadecuado

Fig. 4.08.b. Ficha de reporte

PLANOS DE LA EDIFICACION

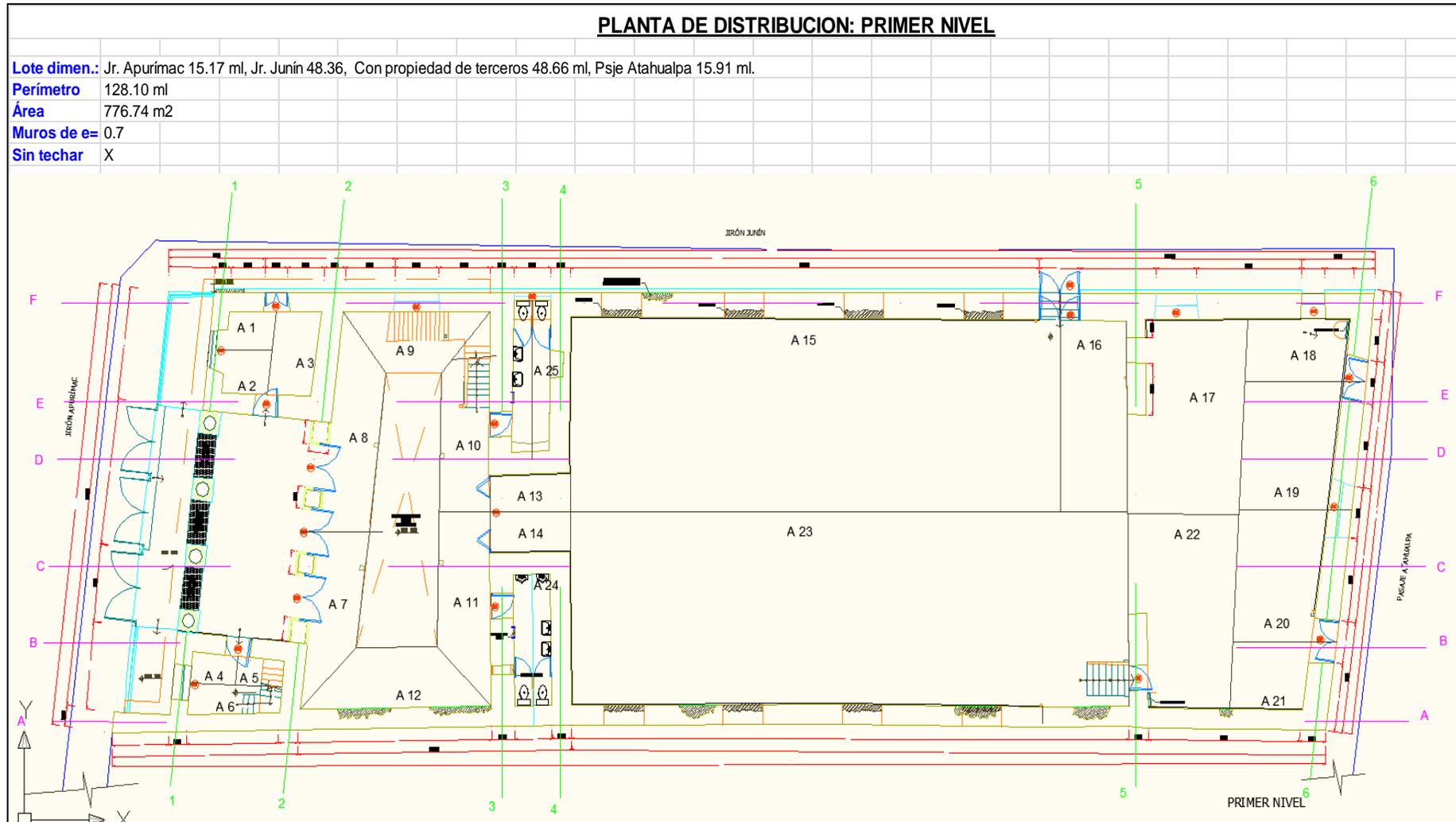


Fig. 4.08.c. Ficha de reporte

PLANTA DE DISTRIBUCION: SEGUNDO NIVEL

Lote dimen. Jr. Apurímac 15.17 ml, Jr. Junín 48.36, Con propiedad de terceros 48.66 ml, Psje Atahualpa 15.91 ml.

Perímetro 128.10 ml

Área 776.74 m²

Muros de: 0.7

Sin techar X

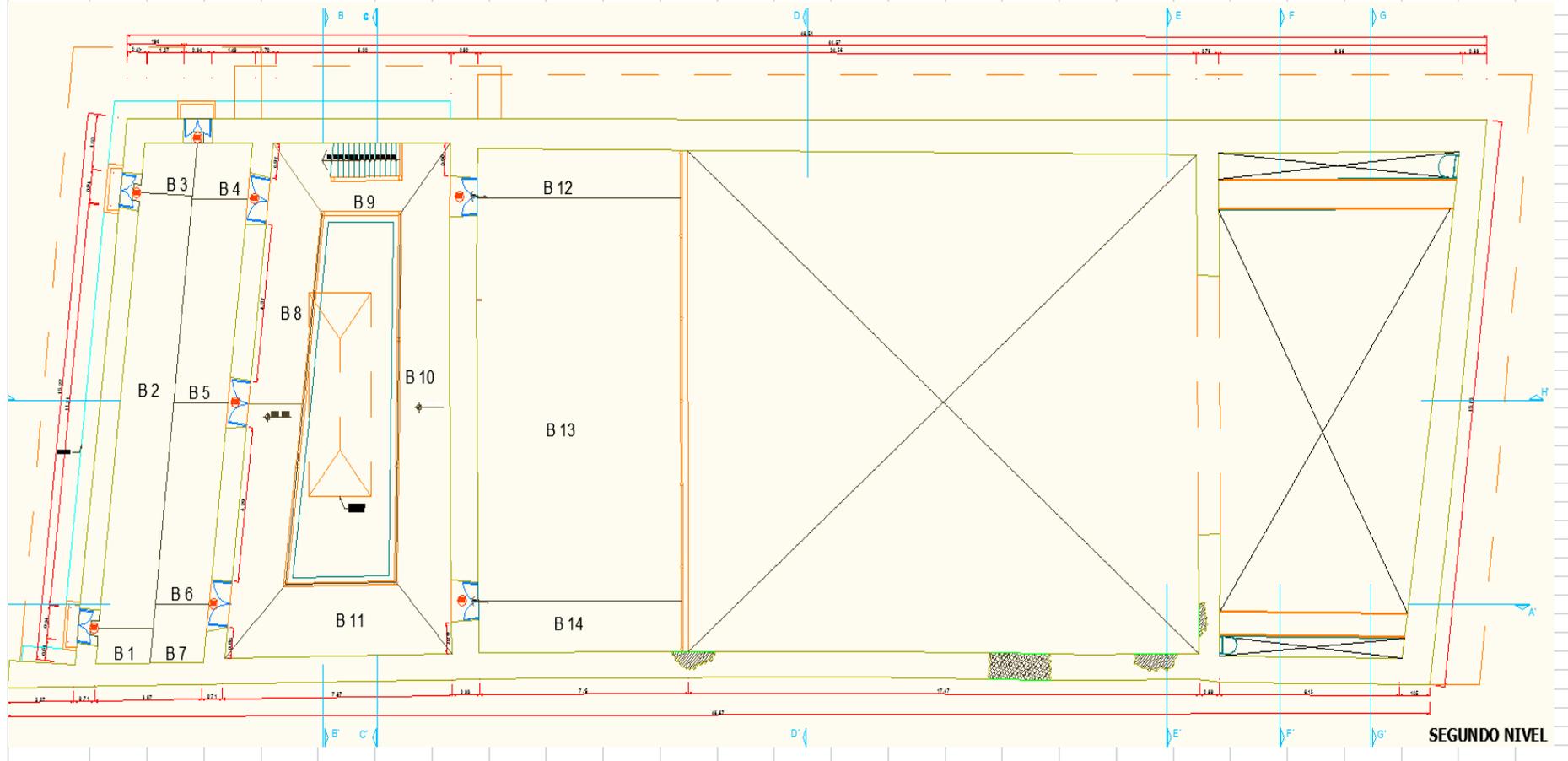


Fig. 4.08.d. Ficha de reporte

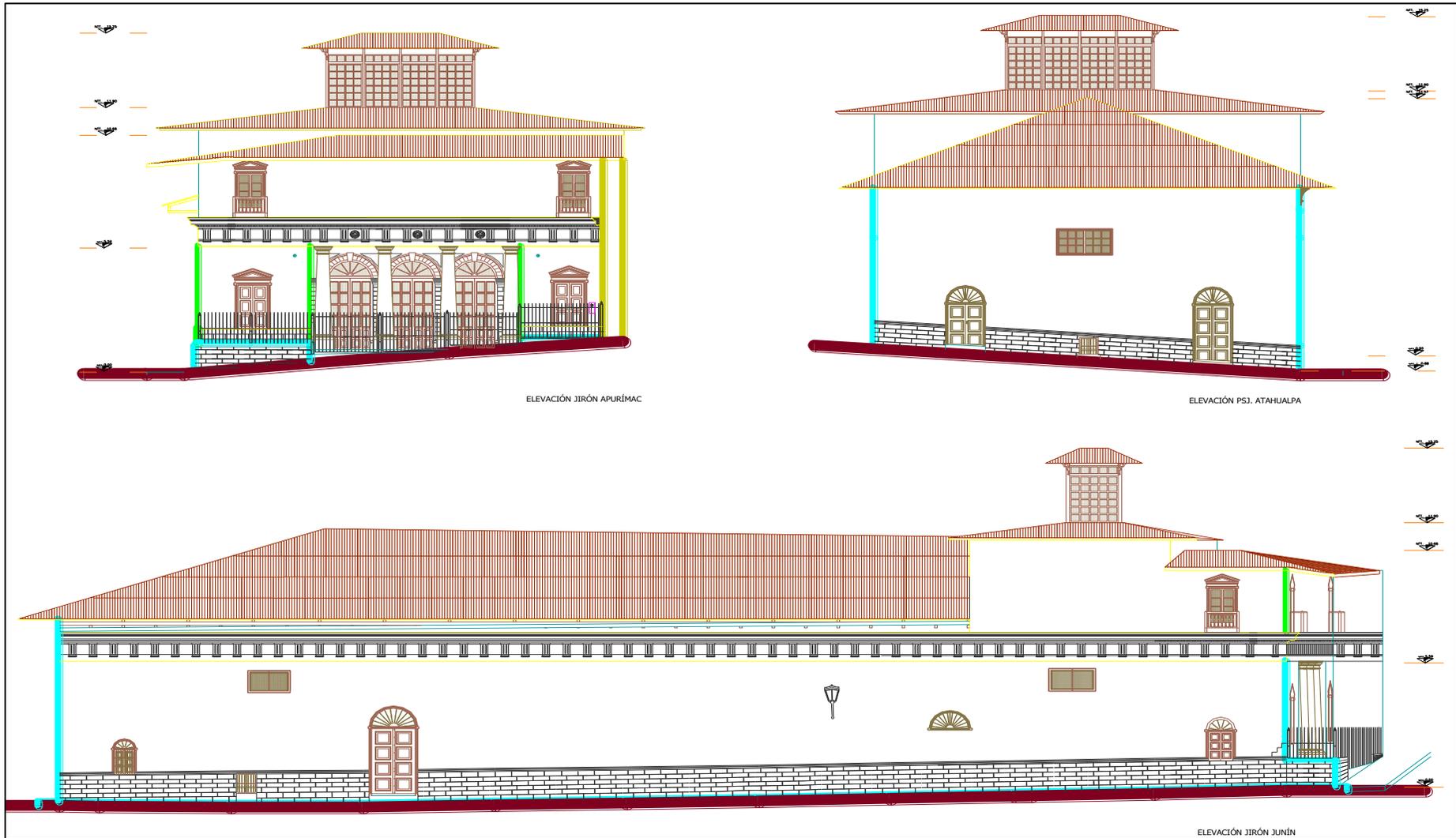


Fig. 4.08.e. Ficha de reporte



Fotografía 1: Fachadas jr. Apurmac y jr. Junín



Fotografía 2: Fachada Principal Jr. Apurimac

Fig. 4.08.f. Ficha de reporte



Fotografía 3: Fachada lateral Jr. Junín y Pse Atahualpa



Fotografía 4: Fachada Jr. Junin, Grieta en el zócalo de piedra y muro de adobe

Fig. 4.08.g. Ficha de reporte



Fotografía 5: Fachada Psje atahualpa grieta entre muro y vereda



Fotografía 6: Fachada Jr. Junin fisura en muro

Fig. 4.06.h. Ficha de reporte

4.7. Equipos, materiales, insumos

Equipos: Wincha, teodolito, nivel, computadora

Materiales: Papel, tinta.

Insumos: Fichas de evaluación de daños, tesis, normativas, estudio aprobados por el Ministerio de Cultura (estudio histórico, levantamiento arquitectónico del estado actual, estudio de mecánica de suelos, estudio de resistencia a la compresión y flexión de unidades de adobe)

4.8. Matriz de consistencia metodológica

Formulación del problema	Objetivo	Hipotesis	Variables / categorías	Dimensiones / factores	Indicadores / cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos	Metodología	Población y muestra
<p>Pregunta general:</p> <p>¿Cuál es el riesgo sísmico del Teatro Cajamarca al año 2014?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el riesgo sísmico que existe en el Teatro Cajamarca al año 2014</p>	<p>Hipotesis general</p> <p>El riesgo sísmico en el Teatro Cajamarca es alto, debido a su elevada vulnerabilidad y peligro sísmico.</p>	<p>Riesgo Sísmico (R)</p>	<p>Alto Medio Bajo</p>	<p>Peligro Vulnerabilidad</p>	<p>Análisis de documentos: Estudios de línea base (estudio histórico, Levantamiento Arquitectónico del Estado Actual del Teatro Cajamarca, normativas, reglamento y tesis realizadas en otras realidades. Fichas de evaluación de daños: Se utilizarán fichas de encuesta y reporte, para la evaluación del Riesgo Sísmico en Edificaciones de Adobe</p>	<p>Metodo descriptivo y Metodo Cuantitativo</p>	<p>Población: 05 edificaciones públicas de adobe de la Zona Monumental de Cajamarca, declaradas patrimonio histórico.</p>
<p>Preguntas auxiliares</p> <p>¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica del Teatro Cajamarca al año 2014?</p> <p>¿Cuál es el peligro sísmico del Teatro Cajamarca al año 2014?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la vulnerabilidad sísmica que existe en el Teatro Cajamarca al año 2014</p> <p>Determinar el peligro sísmico que existe en el Teatro Cajamarca al año 2014</p>	<p>Hipótesis específica</p> <p>La vulnerabilidad sísmica del Teatro Cajamarca es alta.</p> <p>El peligro sísmico del Teatro Cajamarca es alto.</p>	<p>Vulnerabilidad Sísmica (V)</p> <p>Peligro Sísmico (P)</p>	<p>Alta Media Baja</p> <p>Alto Medio Bajo</p>	<p>Densidad de muros Mano de obra y materiales Tabiquería y parapetos</p> <p>Sismicidad Suelo Topografía y pendiente</p>	<p>Internet: la información que se buscó mediante este medio: Tesis, Normativas, la información del Ministerio de Cultura, entre otros que nos ayuden al cumplimiento del objetivo general.</p>		<p>Muestra: Constituida por la edificación pública de adobe declarada patrimonio histórico denominada Teatro Cajamarca.</p>

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Presentación de resultados

La presentación de resultados se realiza a través de la Ficha de Evaluación de Daños que contiene dos partes La Ficha de Encuesta y La Ficha de Reporte, las cuales han servido para procesar numéricamente y de forma rápida la cuantificación de las características estructurales y constructivas de la edificación, y así determinar el nivel de riesgo sísmico.

En las tablas 5.01. y 5.02., se ha realizado el análisis por sismo utilizando la fórmula del Cap. II, del ítem 2.3.2, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 5.01. Análisis por sismo - dos pisos

Análisis por sismo (H=SUCP; U=1.3)						
Nº de Pisos=	2	S=	1.2	C=	0.2	
Peso prom.x m ² (muros de e=0.4m- 0.8 m) =	16	kN/m ²		vm=	24	
Área en planta Ap	Peso prom. por área	Cort. Basal H=SUCP	Área de muros		Relación Ae / Ar	Resultado
m ²	kN/m ²	kN	Existente Ae	Requerida Ar	Adim.	
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
98.5	16	983.4	22.3	31.5	0.71	Verif. muros
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
98.5	16	983.4	17.3	31.5	0.55	Inadecuada

Tabla 5.02. Análisis por sismo - un piso

Análisis por sismo (H=SUCP; U=1.3)						
Nº de Pisos=	1	S=	1.2	C=	0.2	
Peso prom.x m ² (muros de e=0.4m- 0.8 m) =	16	kN/m ²		vm=	24	
Área en planta Ap	Peso prom. por área	Cort. Basal H=SUCP	Área de muros		Relación Ae / Ar	Resultado
m ²	kN/m ²	kN	Reporte 01.2	m ²	Adim.	
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
98.5	16	491.7	29.98	15.8	1.90	Adecuada
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
98.5	16	491.7	10.15	15.8	0.64	Verif. muros

En las tablas 5.03. y 5.04., se ha realizado la verificación de muro a corte obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 5.03. Tabla de verificación de muro a corte - dos pisos

Tabla de verificación de muro a corte						
Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo	Esfuerzo
	e	L	A trib.	Peso	Sísmico a Corte	Admisible
	m	m	m ²	kN	kPa	vadm=24 kPa
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
M1X	0.70	2.04	5.10	163.20	27.4	Inadecuado
M2X	0.70	2.00	5.75	184.00	31.5	Inadecuado
M4X	0.70	2.08	4.43	141.76	23.4	OK
M5X	0.70	2.21	4.41	141.12	21.9	OK
M6X	0.70	5.21	8.51	272.32	17.9	OK
M9X	0.70	5.90	12.86	411.52	23.9	OK
M12X	0.70	7.67	17.50	560.00	25.0	Inadecuado
M13X	0.70	2.37	7.10	227.20	32.9	Inadecuado
M14X	0.70	2.37	7.18	229.76	33.2	Inadecuado
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
M3Y	0.70	4.63	29.20	934.40	69.2	Inadecuado
M10Y	0.70	4.25	22.58	722.56	58.3	Inadecuado
M11Y	0.70	3.14	22.58	722.56	78.9	Inadecuado
M24Y	0.70	6.22	9.71	310.72	17.1	OK
M25Y	0.70	6.42	9.78	312.96	16.7	OK

Tabla 5.04 Tabla de verificación de muro a corte - un piso

Tabla de verificación de muro a corte						
Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo	Esfuerzo
	e	L	A trib.	Peso	Sísmico a Corte	Admisible
	m	m	m ²	kN	kPa	vadm=24 kPa
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
M15X	0.70	18.63	153.77	2460.32	45.3	Inadecuado
M16X	0.70	1.85	21.19	339.04	62.8	Inadecuado
M23X	0.70	22.31	170.96	2735.36	42.0	Inadecuado
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
M17Y	0.70	1.85	36.58	585.28	108.5	Inadecuado
M22Y	0.70	1.84	32.64	522.24	97.3	Inadecuado
M18Y	0.70	2.38	15.68	250.88	36.1	Inadecuado
M19Y	0.70	3.02	22.03	352.48	40.0	Inadecuado
M20Y	0.70	2.98	20.53	328.48	37.8	Inadecuado
M21Y	0.70	2.43	12.60	201.60	28.4	Inadecuado

En las tabla 5.05., se ha realizado la verificación de la estabilidad de los muros al volteo, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 5.05. Estabilidad de los muros al volteo

Estabilidad de los muros al volteo											
Peso volumétrico del muro=		16	kN/m ³		Z=	0.4					
Muro	Identific. de muro	a<b			Lados	Factores		Valor	M. Actuante	Mresist	Resultado
		a	b	t	Arriostrados	P	C1	m	0.8ZC1mPa ²	6,667t ²	Ma/Mr
		m	m	m		kN/m ²	adim.	adim.	kN-m/m	kN-m/m	Adim.
Tabique	m17	3.30	9.42	0.70	3	11.2	0.9	0.133	4.68	3.27	Inestable
Tabique	m22	3.30	9.42	0.70	3	11.2	0.9	0.133	4.68	3.27	Inestable

En las tabla 5.06., se ha realizado la el análisis de Factores influyentes para el riesgo sísmico en función dela vulnerabilidad (estructural y no estructural) y el peligros sísmico, obteniéndose los siguientes resultados.

5.06. Factores influyentes para el riesgo sísmico

Factores influyentes para el riesgo sísmico										
Vulnerabilidad					Peligro					
Estructural			No estructural		Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente	
Densidad	Mano de obra y materiales		Tabiquería							
Adecuada		Buena calidad		Tdos estables	Baja		Rígido		Plana	
Aceptable		Regular calidad	X	Algunos estables	Media		Intermedio		Media	X
Inacecuada	X	Mala calidad		Todos inestables	Alta	X	Flexible	X	Pronunciada	
Vulnerabilidad			Alta		Peligro			Alto		

En las tabla 5.07., se muestra la calificación del riesgo sísmico de la edificación, basada en la Tabla 4.12 Calificación del riesgo sísmico.

Tabla 5.07 Calificación del riesgo sísmico

Calificación
Riesgo sísmico
Alto

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

En la tabla 5.01, se ha realizado la evaluación sísmica para dos pisos, teniendo en cuenta la densidad de muros, para lo cual se ha comparado el área de muros existentes y el área de muro requerida, resultando que para los muros en dirección x es necesario realizar una verificación de muros, eso quiere decir que se debe realizar una análisis más detallado por corte. En la dirección Y, la densidad de muros es inadecuada, lo cual implica que estos muros colapsaran durante un sismo

En la tabla 5.02, se ha realizado la evaluación sísmica para un piso, teniendo en cuenta la densidad de muros, para lo cual se ha comparado el área de muros existentes y el área de muro requerida, resultando que para los muros en dirección x es adecuada, para asegurar se hace el análisis por corte. En la dirección Y la densidad de muros requiere que se verifique muros, eso quiere decir que se debe realizar un análisis más detallado por corte.

En las tablas 5.03 y 5.04, se ha realizado la verificación de muros al corte. **Para dos pisos:** En el eje X, de 09 muros analizados, 05 muros M1X, M2X, M12X, M13X, M14X, son inadecuados y solo 04 muros son adecuados. En el eje Y, de 05 muros analizados, 03 muros M3Y, M10Y, M11Y, son inadecuados y solo 02 muros son

adecuados. Por lo tanto los muros colapsarán durante un sismo. **Para un piso** En el eje X, de 03 muros analizados los 03 muros M15X, M16X y M23, son inadecuados. En el eje Y, de 06 muros analizados, los 06 muros M17Y, M22Y, M18Y, M19Y, M20Y, M21Y, son inadecuados. Por lo tanto los muros colapsarán durante un sismo.

En la 5.05, se ha verificado la estabilidad de muros al volteo, en dos tabiques m17 y m22, el resultado obtenido es que son inestables, por lo tanto los tabiques colapsaran durante un sismo.

En la tabla 5.06 se ha realizado la verificación de la estabilidad de los muros al volteo, colocándose los valores resultantes referidos a:

- La vulnerabilidad sísmica (estructural y no estructural): La densidad de muros ha resultado inadecuado, según lo el análisis e interpretación de resultados de las tablas 5.01 y 5.02. La mano de obra y materiales empleados se indica que es de regular calidad, ya que la edificación fue ejecutada empleando materiales y mano de obra sin tener las consideraciones de la norma E-080 por la inexistencia de la misma en ese momento de la construcción. La vulnerabilidad en la tabiquería nos ha dado como resultado en la tabla 5.05 que son inestables.

Por lo que se concluye que la vulnerabilidad sísmica es alta

- El Peligro sísmico, analiza: La sismicidad, cuyo resultado es alto ya que Cajamarca está ubicada en la zona 3, de acuerdo al Mapa de Zonificación de la norma técnica E-30 del Reglamento Nacional de Edificaciones. El suelo flexible, según los resultados del estudio de suelos. La topografía y pendiente es media, según la ubicación de la edificación.

Por lo que se concluye que el peligro sísmico es alto

En la tabla 5.07, basada en la Tabla 4.12 del Cap. IV, Calificación del riesgo sísmico, se puede evidenciar que al tener como resultados que la vulnerabilidad sísmica es alta y el peligro sísmico es alto da como consecuencia que el riesgo sísmico es ALTO, por lo que la edificación colapsará durante un sismo.

5.2.1 Comparación de resultados obtenidos con programa computacional

La metodología presentada en la Ficha de Evaluación de Daños, para determinar el Riesgo Sísmico aplicado a edificaciones de adobe utilizando la norma E-80, ha sido contrastada con el programa educacional computacional etabs 2013 versión 13.2, en donde se ha realizado el modelamiento de la edificación del Teatro Cajamarca, cuya finalidad es la de comparar los resultados obtenidos. Con la finalidad de evaluar el desempeño estructural acorde con las normas vigentes de diseño sismo resistente E.030 y adobe E.080 se han elaborado el modelo estructural del edificio para evaluar su comportamiento estructural ante las solicitaciones establecidas en las normas antes mencionadas.

5.2.1.1 Parámetros utilizados para el análisis y diseño estructural utilizando el programa educacional computacional etabs 2013

a) Cargas de diseño

Cargas permanentes

Peso específico del adobe	1.6 Tn / m ³
Peso específico de la madera (Grupo C)	1.0 Tn / m ³
Teja artesanal y tijerales existentes	0.15 Tn / m ²

Sobrecargas

Sobrecarga en techo	0.05 Tn / m ²
Sobrecarga en piso	0.25 Tn / m ²

Tabla 5.08. Parámetros utilizados en el ETAPS

Parámetros Utilizados en Etaps	Valores
Carga actuante maxima	11.86 Tn/m
Carga actuante maxima	0.01 kg/m
Presión actuante maxima (e= 0.7 m)	1.69 kg/cm ²
Presión ultima resistente del suelo	2.04 kg/cm ²
Factor de seguridad	3.00 kg/cm ²
Presión admisible del suelo	0.68 kg/cm ²

b) Características de los materiales

La tabla 5.09. muestra las propiedades mecánicas de los materiales empleados en la edificación del Teatro Cajamarca.

Tabla 5.09. Propiedades mecánicas de los materiales

Material	Resistencia a la compresión [Kg / cm ²]	Resistencia a la tracción por flexión [Kg / cm ²]	Esfuerzo de corte admisible [Kg / cm ²]	Módulo de elasticidad [Kg / cm ²]	Coefficiente de Poisson
Adobe	10.00	0.40	0.25	1700	0.15
Madera Grupo - C	80.00	75.00	8.0	90 000	0.15

c) Parámetros empleados para el análisis dinámico

Factor de Zona	Z = 0.40	Cajamarca
Factor de Uso	C = 1.30	Edificación pública
Factor de Amplificación	C=2.5(T _p /T)≤2.5	
Factor de Suelo	S=1.2	
	T _p = 0.40 seg	
	g=9.81m/s ²	Aceleración de la gravedad

Ecuación de generación de espectro de Pseudo aceleraciones

$$S_a/g = ZUCS / R \quad \text{Ductilidad Asumida} \quad R \quad : \quad 1$$

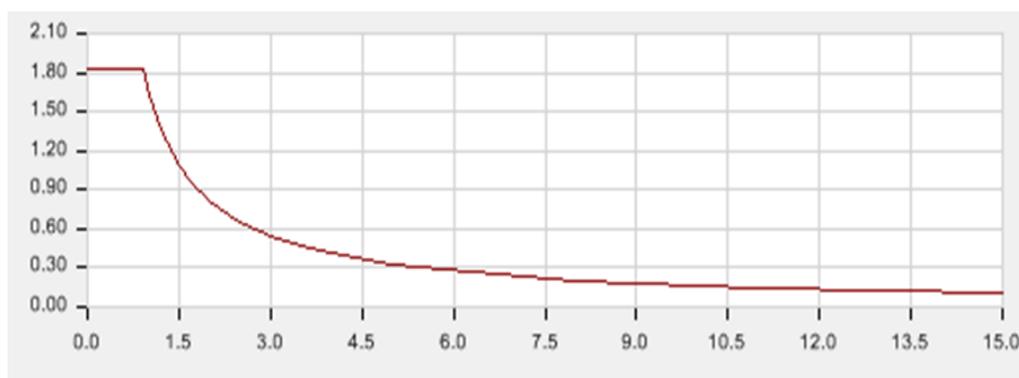


Fig 5.01. Espectro de pseudo aceleraciones

5.2.1.2. Análisis estructural

a) Análisis estructural por cargas verticales

Este tipo de análisis se realizará para cargas Permanentes o Muertas y Sobrecargas o Cargas Vivas. A continuación se hace una breve descripción de ambos casos.

a.1. Análisis por cargas permanentes o muertas:

Este análisis se realizará en base a las cargas que actúan permanentemente en la estructura en análisis tales como: Peso propio de vigas, acabados, coberturas, etc. Estas cargas serán repartidas a cada uno de los elementos que componen la estructura. Los pesos de los materiales necesarios para la estimación de cargas muertas se encuentran registrados en la Norma (E.020, 1985).

a.2. Análisis por sobre cargas o cargas vivas

Este análisis se realizará en base a las sobrecargas estipuladas en Normas Peruanas de estructuras referidas a Cargas E.020.

b) Análisis estructural por cargas dinámicas – fuerzas de sismo

La edificación fue modelada con elementos finitos tridimensionales (solid). El análisis dinámico fue modal por superposición espectral empleando el espectro de pseudo aceleraciones propuesto según la norma técnica E.030. Para el análisis se consideró una distribución espacial de masas y rigidez, para lo cual se distribuyó la masa proveniente del peso de los elementos en cada nudo de los elementos finitos propuestos. El software usado para el análisis permite concentrar en forma automática la masa en cada nudo de los elementos finitos propuesta.

5.2.1.2.1. Presentación de resultados

a) Definición de materiales:

La Fig. 5.02 a) muestra el ingreso de datos para definir el material de adobe y Fig. 5.02 b) muestra el ingreso de datos para definir el material de madera grupo C

Material Property Data

General Data

Material Name: Adobe

Material Type: Other

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection] Change...

Material Notes: [Text Area] Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1.5 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.163155 tonf·s/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 17000 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 6800 tonf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

a)

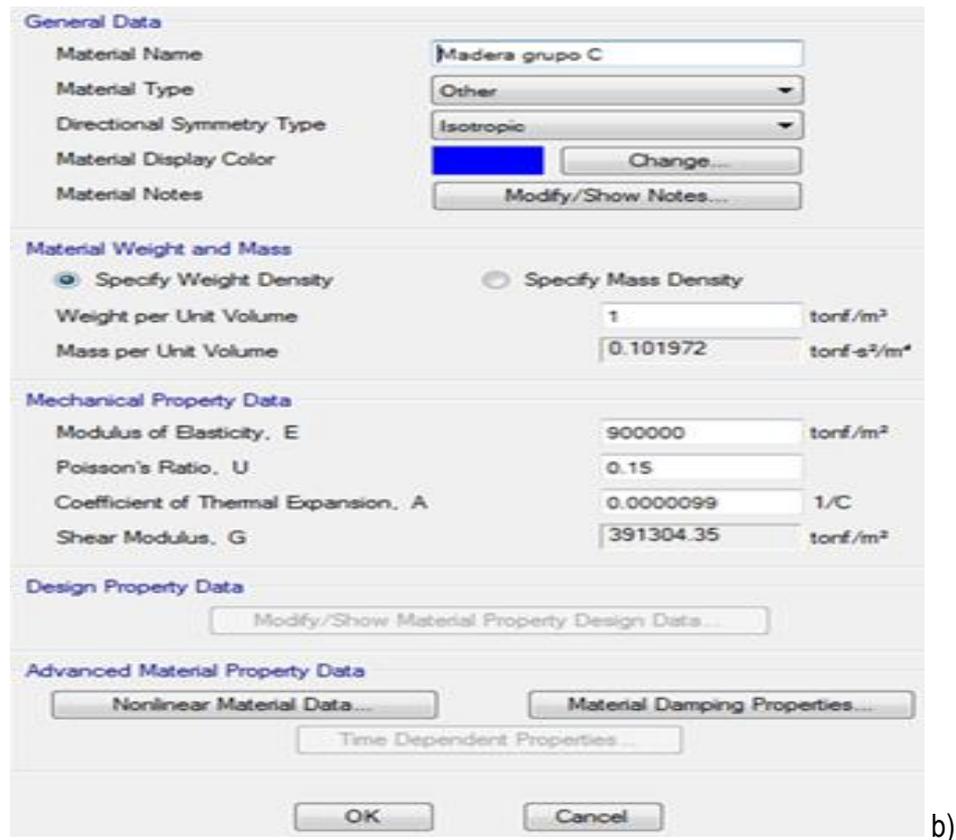


Fig. 5.02. a) Definición del material de adobe, b) Definición del material madera grupo C

b) Definición de secciones de los elementos estructurales

Como ejemplo de definición de las propiedades geométricas se muestra las Fig. 5.03

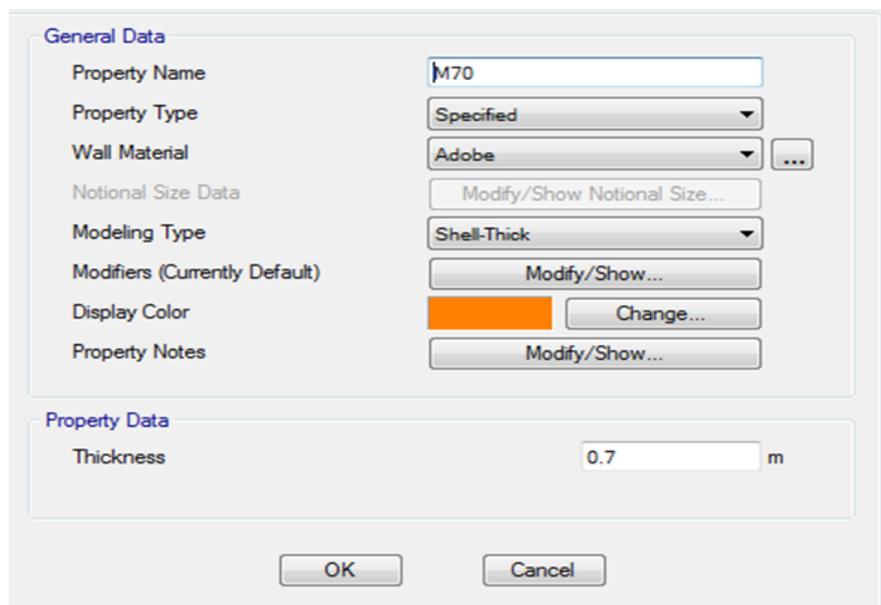


Fig. 5.03. Definición de la geometría del elemento tipo adobe

c) Definición de la fuerza sísmica de análisis

La Fig. 5.04 muestra la definición de la fuerza sísmica de análisis en el software usado.

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Response Spectrum Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030-R1B	9.81
Acceleration	U2	E.030-R1B	9.81
Acceleration	U3	E.030-R1B	6.54

Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms; Overrides Modify/Show...

OK Cancel

Fig. 5.04 Definición de la fuerza sísmica de análisis en el software usado

d) Modelo estructural

Para poder analizar el comportamiento estructural de la edificación existente se ha realizado un modelamiento con programas computacionales usando elementos tipo solidos los cuales permiten un mejor análisis de esta estructura. La Fig. 5.05 muestra el modelo estructural de la edificación.

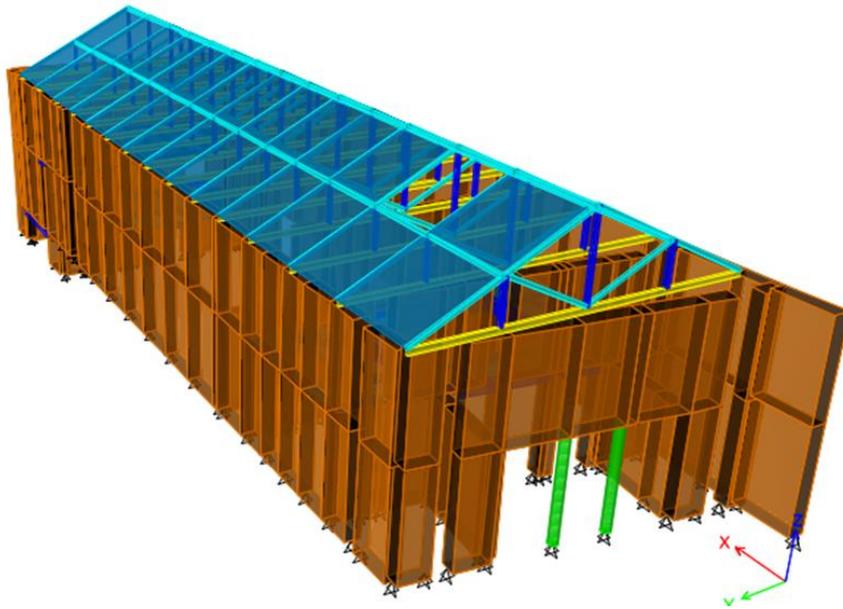


Fig.5.05 Modelo estructural de la edificación existente

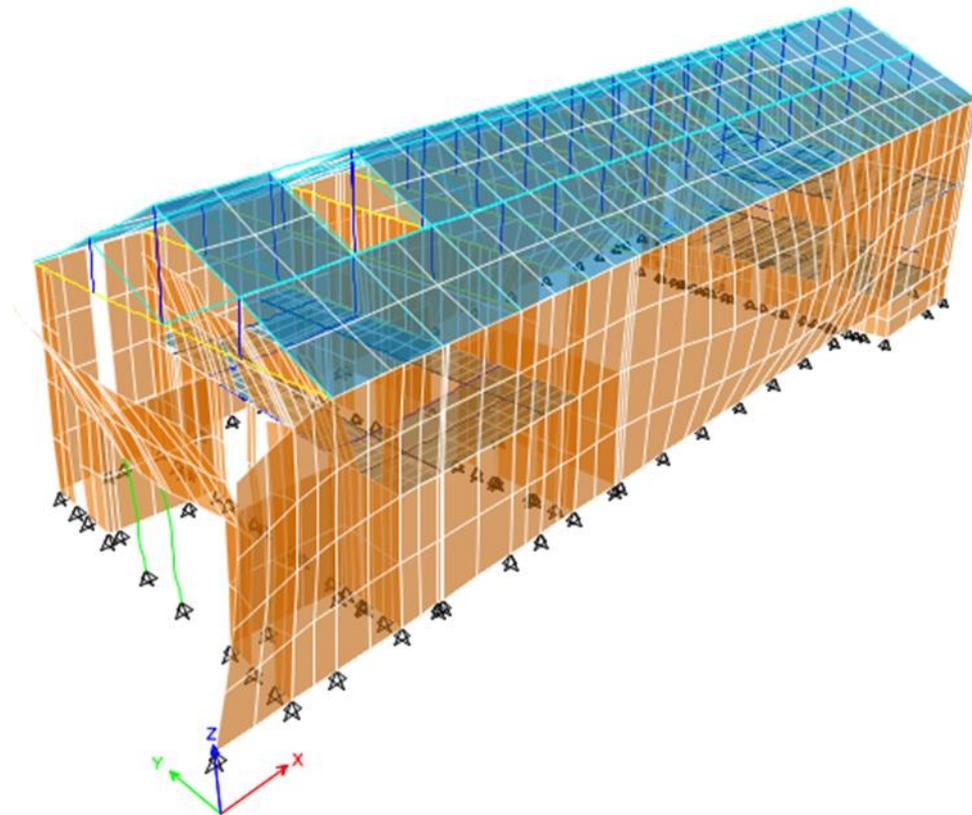


Fig 5.06 Desplazamiento por fuerza sísmica

e) Esfuerzos por compresión en la estructura existente

La Fig. 5.07 muestra los esfuerzos de compresión por efecto de las carga permanente DL y sobrecarga LL. El máximo esfuerzo de compresión es de 2.50 Kg/cm² menor a la resistencia característica de los muros de adobe.

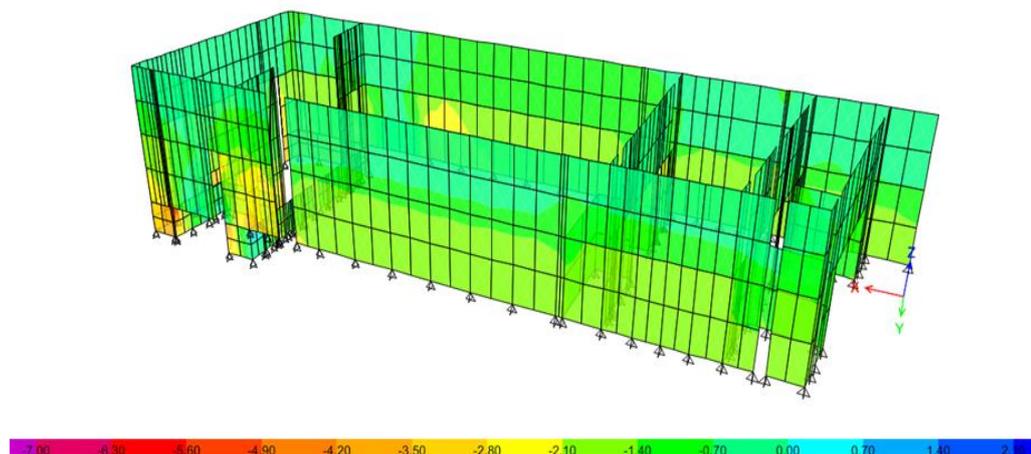


Fig. 5.07 Esfuerzos de compresión por cargas de gravedad DL +LL – [Kg/cm²]

f) Esfuerzos de corte en los muros de adobe

La Fig. 5.08 muestra los esfuerzos corte en los muros de adobe por efecto de la carga permanente (DL), el 25 % de la sobrecarga (LL) y la fuerza sísmica (EL).

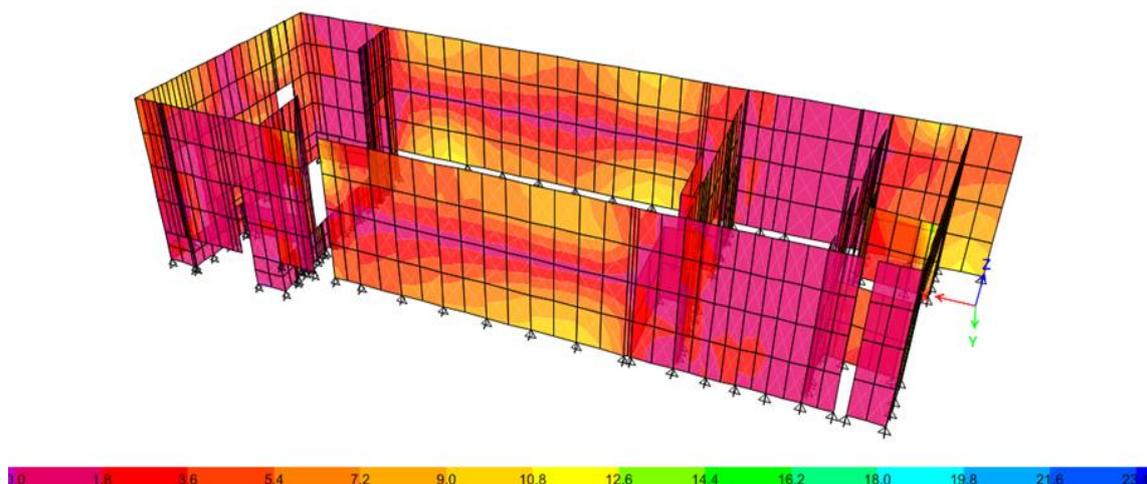


Fig. 5.08 Los esfuerzos corte en los muros de adobe por efecto de la carga permanente

g) Esfuerzos de flexión en los muros de adobe

La Fig 5.09 muestra los esfuerzos de flexión en los muros de adobe por efecto de la carga permanente (DL), el 25 % de la sobrecarga (LL) y la fuerza sísmica (EL). Se puede apreciar esfuerzos de flexión de 31 Kg/cm² los cuales superan considerablemente la resistencia a la flexión de los muros de adobe.

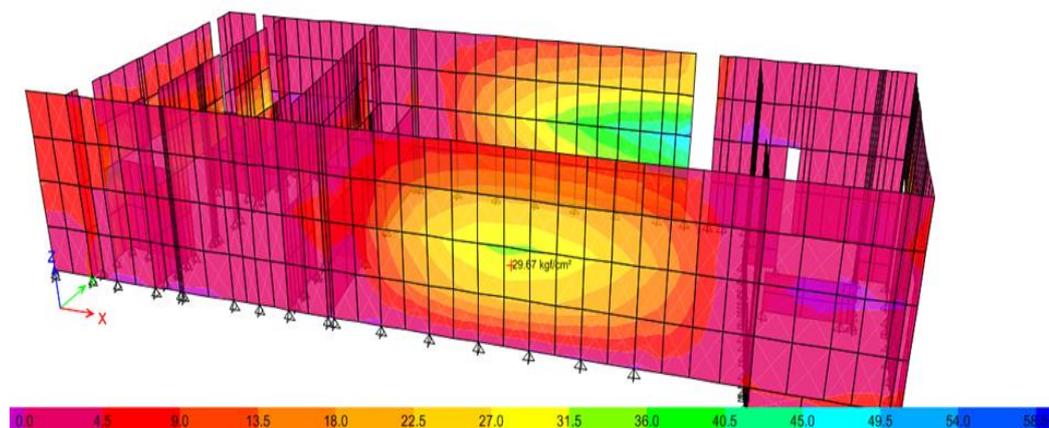


Fig.5.09 Esfuerzos de flexión en los muros de adobe [Kg/cm²]

Por los resultados obtenidos utilizando el programa etabs, se puede evidenciar que:

- La edificación tiene vigas de madera deformadas, muros pandeados.
- La edificación existente bajo la acción de esfuerzos dinámicos como los generados en un sismo presenta un comportamiento inadecuado.

5.3. Contrastación de la hipótesis

Con el resultado obtenido según la evaluación de la ficha de reporte, se puede contrastar que el Riesgo Sísmico es ALTO; por lo que la hipótesis queda validada.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema

Se propone como una probable solución al problema, la utilización del sistema de refuerzo para edificaciones existentes, la cual puede aplicarse en muros sin daños significativos. La técnica de reforzamiento en base a mallas electrosoldadas dispuestas en toda su longitud, reforzando adicionalmente en franjas que simulan vigas y columnas de confinamiento, constituye una solución factible para las edificaciones de adobe existentes sujetas a terremotos. Existen varias experiencias de reconstrucción que han aplicado este sistema, obteniendo resultados satisfactorios.

Para poder proponer la metodología adecuada para la solución del problema es necesario realizar un estudio detallado, utilizando profesionales de diferentes especialidades (ingenieros civiles, arquitectos, historiador, arqueólogo, entre otros), los mismos que deben ser especialistas en restauración y/o puesta en valor de Patrimonio Edificado en adobe; el estudio debe contar con la revisión y aprobación del Ministerio de Cultura, por ser el ente rector que custodia el patrimonio edificado.

6.2. Costos de la implementación de la propuesta

Los costos de la implementación de la propuesta, aún no pueden determinarse en la presente investigación, ya que se requiere saber exactamente cuál es la solución

óptima de la técnica de reforzamiento aprobada por el Ministerio de Cultura; para lo cual se requiere de una gama de profesionales especialistas en Patrimonio Edificado en adobe, para poder con certeza recomendar la mejor solución y de esta manera poder sugerir un costo algo real.

6.3. Beneficios que aporta la propuesta.

El beneficio que aporta la propuesta es la conservación del Teatro Cajamarca, edificación declarada monumento.

CONCLUSIONES

Al culminar el presente trabajo de investigación se han llegado a las siguientes conclusiones:

1. El Teatro Cajamarca, tiene como calificación riesgo sísmico alto; por lo que la hipótesis planteada es válida.
2. El Teatro Cajamarca, presenta vulnerabilidad y peligro sísmico alto, por lo tanto el riesgo sísmico es alto.
3. Un factor determinante que afecta la vulnerabilidad sísmica de la edificación es la inadecuada densidad de muros en los dos pisos. Esto implica que la edificación estará más propensa a sufrir daños durante la ocurrencia de sismos raros (0,4g).
4. Un factor determinante para el peligro sísmico es la ubicación de la edificación. La edificación está ubicada en la zona de sismicidad alta (zona 3), sobre suelo flexible y en zona con pendiente media.
5. Los esfuerzos actuantes en el suelo superan la presión admisible para un factor de seguridad de 3.
6. El teatro Cajamarca, por su antigüedad (102 años), fue construido sin considerar el Reglamento Nacional de Edificaciones en sus acápite de Sismo Resistente Norma E-030, Estructuras de Adobe Norma E-80, Suelos y Cimentaciones Norma E-050.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Finalmente, por la experiencia lograda durante el desarrollo de este proyecto se pueden dar las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda que el estudio para solucionar el problema del riesgo sísmico, cuente con la aprobación del Ministerio de Cultura, ya que el Teatro Cajamarca es una edificación declarada monumento, tiene sus propias características de ubicación, diseño y construcción
2. Se recomienda que la edificación sea reparada y reforzada para soportar los sismos que pudiesen ocurrir en el futuro, para lo cual es necesario contar con una gama de profesionales (Ing. civil, arquitectos, historiador, arqueólogo, otros) especialistas en puesta en valor de patrimonio edificado en adobe, para que detalle la forma y procedimiento de reparación de la edificación.
3. Se recomienda que la ficha de evaluación de daños desarrollada en este proyecto debe ser aplicada a otras edificaciones declaradas como monumentos de Cajamarca, de esta forma se tendría una evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones patrimoniales de adobe en la zona monumental de Cajamarca, y que serviría como insumo para realizar estudios completos, que cuenten con la aprobación del Ministerio de Cultura, para de esta manera poder proteger las edificaciones patrimoniales en caso de sismo.
4. Se recomienda que la Universidad Nacional de Cajamarca, promueva la investigación en estudios de patrimonio edificado en la región Cajamarca.
5. Se recomienda que todas las edificaciones de adobe, deben construirse aplicando el Reglamento Nacional de Edificaciones en sus acápite correspondientes.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

Arq-Center E.I.R.L. (2011), Levantamiento Arquitectónico del Estado Actual del Teatro Cajamarca.

AREAS Lucia, MOLINA Triviño, GALINDEZ Carlos (2008), Vulnerabilidad Sísmica de las Construcciones de Adobe en los Valles Chachaquies, Tucuman - Argentina

ALDAMA Alejandro, GOMEZ Consuelo, GUILLEN Brizeida, (2008), Revista de matemática. Elaboración de una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

BLONDET Marcial, TARQUE Nicola, MOSQUEIRA Miguel, (2005). Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. (Tesis Magistral) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Chácara Espinoza, Cesar (2013) evaluación estructural de construcciones históricas en la costa peruana utilizando tecnologías modernas: el caso del hotel “el comercio” en Lima. (Tesis). Lima: Pontificia universidad católica del Perú.

Esquivel Yhosimi (2009), Sistemas de refuerzo estructural en monumentos históricos de la región Cusco (tesis). Lima: Pontificia universidad católica del Perú.

Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de edificaciones en adobe y tapia pisada, (2007), concluye que existen principales factores que contribuyen a aumentar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones en adobe y tapia pisada

Gaytan Pajares Evelio (2012) Investigación Histórica Del Teatro Cajamarca (1913 – 2012).

Gutiérrez Lourdes y Manco Mercedes (2006) Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. Contribución a la enciclopedia mundial de vivienda (tesis). Lima: Pontificia universidad católica del Perú.

INDECI (2005). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la Ciudad de Cajamarca.* Cajamarca, Perú: INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL. (INDECI).

Instituto Nacional de Cultura (INC), (2010), Reglamento Para la Zona Monumental de Cajamarca.

Ley N° 28296, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación.

Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca, Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI-PNUD. PER/02/051, (2005), cuyo objetivo es diseñar una propuesta de mitigación con el fin de orientar las políticas y acciones de la MPC y otras entidades vinculadas al desarrollo urbano de la ciudad de Cajamarca,

Reglamento Nacional de Edificaciones (2009), Norma E-030, Norma E-050, Norma E-080

Serlit S.R.L. (2012), Estudio de Prospección Arqueológica, Estructural y Estratigráfica del Teatro Cajamarca

Tafur Enrique y Narro Víctor (2006), Estudio de la vulnerabilidad de viviendas en la ciudad de Cajamarca (tesis). Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca

Tejada Schmidt, Urbano, (2011) Buena Tierra. Apuntes para el Diseño y Construcción con Adobe

KUROIWA HORIUCHI, Julio. (2002). *Reducción de desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú: CAPECO.

KUROIWA, Julio; PACHECO Edgardo y PANDO Edgardo. (2010). *Alto a los Desastres*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú: Umbral ediciones

ANEXOS

Anexo 01: Resolución N° 2900 -1972-ED.

Anexo 02: Cuadro de declaratoria de monumentos.

Anexo 03: Plano de ubicación y linderos.

Anexo 04: a. Aprobación del levantamiento arquitectónico del estado actual del Teatro Cajamarca (2011).

b. Conformidad de los estudios de prospección arqueológica, estructural y estratigráfica del Teatro Cajamarca (2012).

c. Aprobación del Estudio Histórico (2012)

Anexo 05: Planos de levantamiento arquitectónico.

Anexo 06: Estudio de mecánica de suelos.

Anexo 07: Estudio de resistencia a la compresión y flexión de unidades de adobe.

Anexo 08: a. Ficha de Evaluación de Daños.

b. Explicación para el llenado de la ficha de evaluación de daños para edificaciones de adobe.

ANEXO 01

RESOLUCION N° 2900-1972-ED



DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

PROVINCIA DE CAJAMARCA

DISTRITO DE CAJAMARCA

MONUMENTOS

Edificios Religiosos

- Catedral e Iglesia del Sagrario
- Iglesia y Monasterio de la Concepción
- Antiguo Convento de la Recoleta
- Iglesia de Nuestra Señora de los Dolores

Ley 9441

Monumento: Belén

Otros Edificios

- Hospital de Hombres de Belén, Jirón Belén
- Hospital de Mujeres de Belén, Jirón Belén
- Asilo de Ancianos
- Teatro Municipal 590-596 esq. Junín 950
- Pila de la Plaza de Armas

Casas

- ✓ Apurímac 885 (Prado y Castro Agusti)
- ✓ Amalia Puga 421 (General M. Iglesias)
- ✓ Arequipa 109 esq. Amalia Puga 565-593 (Obispado)
- ✓ Apurímac 717-745 (Uceda)
- ✓ Lima 522 esq. Tarapacá
- ✓ Lima 668-688 esq. Apurímac 673-689 (Corto Justicia)
- ✓ Lima 756-782 esq. Cajamarca 671-693 (Santolalla)
- ✓ Cajamarca 664-694 esq. Plaza de Armas (Madalengoitia) 4
- ✓ Tarapacá 610-613 esq. Junín (Castañeda)
- ✓ Cajamarca 601-627 esq. Junín 1006-1039 (Municipalidad)
- ✓ Junín 570-578 esq. Pisagua 485 X
- ✓ Junín 676-698 esq. Tarapacá (Chóvarri) - Exp.
- ✓ Cajamarca 528 (Bernal)
- ✓ Silva Santisteban 118 (Zambrano)
- ✓ Junín 1370 (Pastor)
- ✓ San Martín 321-349 (Gálvez)
- ✓ Gálvez 461-465 (Bartra) X
- ✓ Amalia Puga 430-436 (Campo Rios)
- ✓ Amalia Puga 455-471 (Estela)
- ✓ Amalia Puga 352-368 esq. Apurímac 795-799 X
- ✓ Amalia Puga 406-424 esq. Apurímac
- ✓ José Gálvez 936-948 (Casanova)

RECONSTRUCCION

AMBIENTES URBANOS MONUMENTALES

Calles y plazas ubicadas en el área comprendida entre los siguientes jirones: Meranchi - Ciudad Requena - Huérfanos - Ríos

ZONA MONUMENTAL

Área urbana comprendida dentro del perímetro formado por los siguientes jirones: Sullaga - José Carlos - ...

...ción, Ucayali, 13 de Julio, Chepán, Av. Fatima Romero, incluyendo Cerro Santa Apolonia.

INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA

Centro de Investigación y Restauración de Bienes Monumentales

MONUMENTOS VIRREINALES Y REPUBLICANOS : ARQUITECTURA RELIGIOSA

Departamento : CAJAMARCA

NOBRE	PROVINCIA	DISTRITO	LEGISLACION
Iglesia de Bolón	Cajamarca	Cajamarca	L. 9441 26-11-41
Iglesia de la Recoleta	Cajamarca	Cajamarca	L. 9441 26-11-41
Iglesia de San Francisco	Cajamarca	Cajamarca	L. 9441 26-11-41
Iglesia de Santa Catalina	Cajamarca	Cajamarca	L. 9441 26-11-41
Catedral e Iglesia del Sagrario	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Iglesia y Monasterio de la Concepción	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Antiguo Convento de la Recoleta	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Iglesia de Nuestra Sra. de los Dolores	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Iglesia Del Dulce Nombre de Jesús	Cajamarca	Jesús	R.S. 505 15-10-74

INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA

Centro de Investigación y Restauración de Bienes Monumentales

MONUMENTOS VIRREINALES Y REPUBLICANOS : ARQUITECTURA CIVIL PUBLICA
 Departamento : CAJAMARCA

NOMBRE	PROVINCIA	DISTRITO	LEGISLACION
- Hospital de Hombres de Belén (Jr. Belén)	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
- Hospital de Mujeres de Belén (Jr. Belén)	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
- Asilo de Ancianos	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
- Teatro Municipal 590-596 esq. Junín 950	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
- Pila de la Plaza de Armas	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72

INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA

Centro de Investigación y Restauración de Bienes Monumentales

MONUMENTOS VIRTUINALES Y REPUBLICANOS - ARQUITECTURA CIVIL DOMESTICA

Departamento : CAJAMARCA

NOMBRE	PROVINCIA	DISTRITO	LEGISLACION
Amalia Puga 430-436 (Cam po Ríos).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Amalia Puga 455-471 (Estela).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Amalia Puga 352-368 esq. Apurímac 795-799	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Amalia Puga 406-424 esq. Apurímac	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
José Gálvez 936-948 (Casanova)	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Junín 1370 (Pastor)	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Junín 1168 (Sindicato de Choferos)	Cajamarca Cajamarca	Cajamarca	R.M. 0928 13-7-80

INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA

Centro de Investigación y Restauración de Bienes Monumentales

MONUMENTOS VIRREINALES Y REPUBLICANOS : ARQUITECTURA CIVIL DOMESTICA
Departamento : CAJAMARCA

NOMBRE	PROVINCIA	DISTRITO	LEGISLACION
Casa donde nació José Gálvez	Cajamarca/	Cajamarca	L. 15810 10-11-65
Apurímac 885 (Prado y Castro Agusti)	Cajamarca /	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Amalia Puga 421 (Gral. E. Iglesias).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Arequipa-109 esq. Amalia Puga 565-593 (Obispado)	Cajamarca :	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Apurímac 717-745 (Ucode)	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Lima 522 esq. Tarapacá (Del Comercio)	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Lima 668-688 esq. Apurímac 573-689 (Corte de Justicia).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Lima 756-782 esq. Cajamarca 671-693 (Santolalla).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Cajamarca 664-694 esq. Plaza de Armas (madelongoitia).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Tarapacá 610-618 esq. Junín (Castañeda)	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Cajamarca 601-627 esq. Junín-1005-1039 (municipalidad).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Junín 570-578 esq. Pisagua 485.	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Junín 676-698 esq. Tarapacá (Chévarry).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Cajamarca 528 (Bernal)	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Silva Santistoban 118 (Zambrano).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
San Martín 321-349 (Gálvez).	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72
Gálvez 461-465 (Bartra)	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72

Para contestar al alcalde.

INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA

Centro de Investigación y Restauración de Bienes Monumentales

MONUMENTOS VIRREINALES Y REPUBLICANOS : ZONA MONUMENTAL

Departamento : CAJAMARCA

NOBRE	PROVINCIA	DISTRITO	LEGISLACION
Area urbana comprendida dentro del prrímetro formado por los siguientes Jrs.: Sullana, José Gálvez, Unión, Ucayali, 13 de Julio, Chopén, Av. Fátima, Romero, incluyendo el Cerro de Santa Apolonia.	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72

INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA
Centro de Investigación y Restauración de Bienes Monumentales

MONUMENTOS VIRREINALES Y REPUBLICANOS : AMBIENTES URBANOS MONUMENTALES
Departamento : CAJAMARCA

NOMBRE	PROVINCIA	DISTRITO	LEGISLACION
Calles y Plazas ubicadas en el área comprendida entre los sgtos. Jrs. Marañón, Cinco Esquinas, Húnuco y Arica.	Cajamarca	Cajamarca	R.S. 2900 28-12-72

ANEXO 02

CUADRO DECLARATORIA DE MONUMENTOS

CUADRO DE DECLARATORIA DE MONUMENTOS

N°	DPTO/ PROVINCIA/ DISTRITO.	TIPO	NOMBRE	UBICACIÓN	NORMA LEGAL	FECHA	CONDICION DE PATRIMONIO DECLARADO
01	Cajamarca	ACD		Jr. Amalia Puga 352-368 esquina Apurímac 795-799.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
02	Cajamarca	ACD		Jr. Amalia Puga 406-424 esquina Apurímac.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
03	Cajamarca	ACD	CASA DEL GENERAL MIGUEL IGLESIAS.	Jr. Amalia Puga 421.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
04	Cajamarca	ACD	CASA CAMPO RIOS.	Jr. Amalia Puga 430-436.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
05	Cajamarca	ACD	CASA ESTELA.	Jr. Amalia Puga 455-471.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
06	Cajamarca	ACD		Jr. Amalia Puga 906-908-914-916-918-	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
07	Cajamarca	ACD		Jr. Amazonas 437-443-449.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
08	Cajamarca	ACD		Jr. Amazonas 523-527-531.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
09	Cajamarca	ACD		Jr. Amazonas 655.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
10	Cajamarca	ACD		Jr. Antonio G. Urrelo 721-723-727-733.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
11	Cajamarca	ACD		Jr. Antonio G. Urrelo 737-743-747-751-757-761-763.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
12	Cajamarca	ACD		Jr. Antonio G. Urrelo 770-772-774 esquina Jr. Amalia Puga.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
13	Cajamarca	ACD		Jr. Antonio G. Urrelo 771-775-779.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
14	Cajamarca	ACD		Jr. Apurímac 1009-1015-1039 esquina José Sabogal 279-299.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
15	Cajamarca	ACD		Jr. Apurímac 558-564-566.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
16	Cajamarca	ACD		Jr. Apurímac 568-574.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
17	Cajamarca	ACD		Jr. Apurímac 652-654-656.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
18	Cajamarca	ACD		Jr. Apurímac 664-670-676.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
19	Cajamarca	ACD	CASA UCEDA.	Jr. Apurímac 717-745.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
20	Cajamarca	ACD		Jr. Apurímac 816-838.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
21	Cajamarca	ACD	CASA PRADO Y CASTRO AGUSTI.	Jr. Apurímac 885.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
22	Cajamarca	ACD	OBISPADO.	Jr. Arequipa 109 (Hoy del Batán) esquina Amalia Puga 565-593.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
23	Cajamarca	ACD		Jr. Arequipa 161-169-177. (Hoy del Batán)	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
24	Cajamarca	ACD		Jr. Arequipa 211 (Hoy del Batán)esquina Jr. Amazonas.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
25	Cajamarca	ACD		Jr. Arequipa 212-215 esquina Amazonas.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
26	Cajamarca	ACD		Jr. Arequipa 223-227-249.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
27	Cajamarca	ACD		Jr. Arequipa 253-257-263.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
28	Cajamarca	ACD		Jr. Arequipa 285-289 (Hoy del Batán)esquina José Sabogal.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
29	Cajamarca	ACD		Jr. Arequipa 365-369. (Hoy del batán)	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI

N°	DPTO/ PROVINCIA/ DISTRITO.	TIPO	NOMBRE	UBICACIÓN	NORMA LEGAL	FECHA	CONDICION DE PATRIMONIO DECLARADO
30	Cajamarca	ACD		Psje. Atahualpa 515 (Hoy del Batan)esquina Jr. Huánuco.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
31	Cajamarca	ACD		Psje. Atahualpa 633-639-643.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
32	Cajamarca	ACD		Jr. Belén 642-648.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
33	Cajamarca	ACD		Jr. Belén 660-664-668.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
34	Cajamarca	ACD		Jr. Belén 680-684.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
35	Cajamarca	ACD		Jr. Bellavista 160.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
36	Cajamarca	ACD		Jr. Cajamarca 501-509 esquina Jr. Huánuco 1055.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
37	Cajamarca	ACD	CASA BERNAL.	Jr. Cajamarca 528.(Hoy Cruz Piedra)	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
38	Cajamarca	ACD		Jr. Cajamarca 539-541. (Hoy Cruz Piedra)	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
39	Cajamarca	ACD		Jr. Cajamarca 551-553-555. (Hoy Cruz Piedra)	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
40	Cajamarca	ACD		Jr. Cajamarca 557-561-563. (Hoy Cruz Piedra)	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
41	Cajamarca	ACD		Jr. Cajamarca 562.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
42	Cajamarca	ACD		Jr. Cajamarca 572-588 (Hoy Cruz Piedra) esquina Jr. Junín 1100-1154.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
43	Cajamarca	ACD		Jr. Cajamarca 622-628.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
44	Cajamarca	ACD		Jr. Cajamarca 635-639-643-647.(Hoy Cruz Piedra)	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
45	Cajamarca	ACD		Jr. Cajamarca 638-642-646-650-654 (Hoy Cruz Piedra).	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
46	Cajamarca	ACD	CASA MANDALENGOITIA.	Jr. Cajamarca 664-694 (Hoy Cruz Piedra) esquina Plaza de Armas.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
47	Cajamarca	ACD		Jr. Cinco Esquinas 460-468 esquina Jr. Eten.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
48	Cajamarca	ACD		Jr. Dos de Mayo 255.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
49	Cajamarca	ACD		Jr. Dos de Mayo 316 esquina Jr. Junín.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
50	Cajamarca	ACD		Jr. Dos de Mayo 343-347-357-359.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
51	Cajamarca	ACD		Jr. Dos de Mayo 569 esquina Amalia Puga 669-695 (Plaza Mayor).	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
52	Cajamarca	ACD		Jr. Dos de Mayo 600-606-610-614 esquina Jr. Amazonas.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
53	Cajamarca	ACD		Jr. Dos de Mayo 601-611-615 esquina Jr. Amazonas.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
54	Cajamarca	ACD		Jr. Dos de Mayo 777-781-787.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
55	Cajamarca	ACD	CASA ROSADA	Ca. Dos de Mayo N°s 458-460-474-484- 490 esq. Jr. Amalia Puga N°s 700-706- 710-714-718-722-726-730-734-736	R.D.N. No. 103-2006-INC	26/01/2006	SI
56	Cajamarca	ACD		Jr. Eten 401 esquina Jr. Ayacucho.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
57	Cajamarca	ACD	CASA BARTRA.	Jr. José Gálvez 461-465.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
58	Cajamarca	ACD		Jr. Huánuco 516 esquina Jr. José Gálvez.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI

N°	DPTO/ PROVINCIA/ DISTRITO.	TIPO	NOMBRE	UBICACIÓN	NORMA LEGAL	FECHA	CONDICION DE PATRIMONIO DECLARADO
59	Cajamarca	ACD		Jr. José Gálvez 644-648-672.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
60	Cajamarca	ACD		Jr. José Gálvez 759-761.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
61	Cajamarca	ACD	CASA CASANOVA.	Jr. José Gálvez 936-948.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
62	Cajamarca	ACD		Jr. Juan Villanueva 419-425-431.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
63	Cajamarca	ACD		Jr. Juan Villanueva 571-587.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
64	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 1000-1006-1014-1024-1044-1052-1062 esquina Jr. Cajamarca 593 (Hoy Cruz Piedra) y otra esquina Pasaje. Atahualpa.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
65	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 1168.	R.M. No. 0928-1980-ED	23/07/1980	SI
66	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 1215-1233-1241-1243 esquina Jr. San Martín 308-334.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
67	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 1262.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
68	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 1280-1288-1296 esquina Jr. Dos de Mayo.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
69	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 1345.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
70	Cajamarca	ACD	CASA PASTOR.	Jr. Junín 1370.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
71	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 1375.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
72	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 518-528-536-542.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
73	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 519-531-539-547.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
74	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 570-578 esquina Pisagua 485.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
75	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 600-618-630 esquina Jr. Pisagua.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
76	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 619-621-631.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
77	Cajamarca	ACD	CASA CHAVARRI.	Jr. Junín 676-698 esquina Tarapacá.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
78	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 745.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
79	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 836-840-854 esquina Jr. Apurímac 591.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
80	Cajamarca	ACD		Jr. Junín 939-953-955-965 esquina Jr. Atahualpa.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
81	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 251 esquina Jr. Villanueva.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
82	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 252-256 (Hoy del Comercio) esquina Jr. Villanueva 491.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
83	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 310. (Hoy del Comercio)	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
84	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 343-355 (Hoy del Comercio) esquina Jr. José Gálvez 807-813.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
85	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 400-408-416-424-432-440 (Hoy del Comercio) esquina Jr. José Gálvez 782.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI

N°	DPTO/ PROVINCIA/ DISTRITO.	TIPO	NOMBRE	UBICACIÓN	NORMA LEGAL	FECHA	CONDICION DE PATRIMONIO DECLARADO
86	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 425-431-437-441-443 esquina Jr. Pisagua 613-625.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
87	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 448-456-464 esquina Jr. Pisagua 593.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
88	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 522 (Hoy del Comercio) esquina Tarapacá.	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
89	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 630-634-644-648. (Hoy del Comercio)	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
90	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 652-656-660 (Hoy del Comercio).	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
91	Cajamarca	ACD		Jr. Lima 700-708-716-724 esquina Jr. Atahualpa.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
92	Cajamarca	ACD	CASA SANTOLALLA.	Jr. Lima 756-782 esquina Cajamarca 671 - 693	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
93	Cajamarca	ACD	CASA DONDE NACIO JOSE GALVEZ.	Jr. Lima (Hoy del Comercio) esquina San Martín.	Ley No. 15810	17/12/1965	SI
94	Cajamarca	ACD		Jr. Miguel Iglesias 295 esquina Jr. Marañón.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
95	Cajamarca	ACD	CASA GALVEZ.	Jr. San Martín 321-349.	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
96	Cajamarca	ACD	CASA ZAMBRANO.	Jr. Silva Santisteban 118.	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
97	Cajamarca	ACD		Jr. Silva Santisteban 364-372-388 esquina Cinco Esquinas.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
98	Cajamarca	ACD		Jr. Silva Santisteban 529-539-547-559- 565 esquina Jr. Ayacucho 401.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
99	Cajamarca	ACD		Jr. Tarapacá 548-552-558.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
100	Cajamarca	ACD		Jr. Tarapacá 570-576.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
101	Cajamarca	ACD	CASA CASTAÑEDA.	Jr. Tarapacá 610-618 esquina Junín.	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
102	Cajamarca	ACD		Jr. Tarapacá 647-657.	R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
103	Cajamarca	ACP	TEATRO MUNICIPAL	Jr. Apurímac 590-596 esquina Junín 950.	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
104	Cajamarca	ACP	ASILO DE ANCIANOS.	Jr. Amalia Puga 151 esquina José Gálvez.	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
105	Cajamarca	ACP	MERCADO DE ABASTOS	Jr. Amazonas esquina Jr. Apurímac.	R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
106	Cajamarca	ACP	HOSPITAL DE HOMBRES DE BELEN.	Jr. Belén. N° 631	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
107	Cajamarca	ACP	HOSPITAL DE MUJERES DE BELEN.	Jr. Belén.	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
108	Cajamarca	ACP	MUNICIPALIDAD.	Jr. Cajamarca (Hoy . Cruz de Piedra) 601-627 esquina Junín 1005-1039.	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
109	Cajamarca	ACP	CORTE DE JUSTICIA.	Jr. Lima 668-688 (Hoy del Comercio) esquina Apurímac 673-689	R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
110	Cajamarca	ACP	CUARTO DEL RESCATE.	Jr. Amalia Puga N° 750	Ley No. 9441.	26/11/1941	SI
111	Cajamarca	ACP	PILA DE LA PLAZA DE ARMAS.		R.S. No. 2900-1972- ED	28/12/1972	SI
112	Cajamarca	ACP	PUENTE DE LUCMACHUCO O DEL ARCO DEL TRIUNFO.		R.M. No. 796-1986-ED	28/12/1972	SI

N°	DPTO/ PROVINCIA/ DISTRITO.	TIPO	NOMBRE	UBICACIÓN	NORMA LEGAL	FECHA	CONDICION DE PATRIMONIO DECLARADO
113	Cajamarca	ACP	ARCO "13 DE JULIO DE 1882".		R.M. No. 796-1986-ED	30/12/1986	SI
114	Cajamarca	ARE	IGLESIA DE BELEN.	Jr. Bélen N° 631	Ley No. 9441.	26/11/1941	SI
115	Cajamarca	ARE	IGLESIA DE SAN FRANCISCO.		Ley No. 9441.	26/11/1941	SI
116	Cajamarca	ARE	IGLESIA DE SANTA CATALINA.		Ley No. 9441.	26/11/1941	SI
117	Cajamarca	ARE	IGLESIA DE LA RECOLETA.		Ley No. 9441.	26/11/1941	SI
118	Cajamarca	ARE	ANTIGUO CONVENTO DE LA RECOLETA.		R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
119	Cajamarca	ARE	CATEDRAL E IGLESIA DEL SAGRARIO.		R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
120	Cajamarca	ARE	IGLESIA DE NUESTRA SEÑORA DE LOS DOLORES.		R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
121	Cajamarca	ARE	IGLESIA Y MONASTERIO DE LA CONCEPCION.		R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
122	Cajamarca	ARE	CAPILLA DE LA VIRGEN DEL ARCO.		R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
123	Cajamarca	ARE	IGLESIA PARROQUIAL DE SAN JOSE.		R.M. No. 543-1986-ED	27/08/1986	SI
124	Cajamarca	AUM		Ambientes urbano monumentales; Calles y plazas ubicadas en el área comprendida entre los siguientes jirones: Marañón - Cinco Esquinas - Huánuco - Arica. Zona Monumental, Área urbana comprendida dentro del perímetro formado por los siguientes jirones: Sullana, José Gálvez, Unión, Ucayali, 13 de Julio, Chepén, Av. Fátima, Romero, incluyendo el cerro de Santa Apolonia.	R.S. No. 2900-1972-ED	28/12/1972	SI
125	Cajamarca	ZM	Ciudad de Cajamarca declarada como Monumento		Ley No. 23494	18/11/1982	SI

ACD: Arquitectura civil y domestica

ARE: Arquitectura Religiosa

ACP: Arquitectura civil pública

AUM: Ambiente urbano monumental

ZM: Zona Monumental

CUADRO RESUMEN DE DECLARATORIA DE MONUMENTOS

TIPO DE MONUMENTO	CANTIDAD TOTAL	SUB TOTAL	TIPO DE DECLARATORIA	TIPO DE MATERIAL	
				ADOBE	PIEDRA
ARQUITECTURA CIVIL Y DOMESTICA	103	20	R.S N°2900-1972-ED 12/28/1972	103	
		1	R.M. N°0928-1980-ED 07/23/1980		
		74	R.M. N°543-1986-ED 08/27/1986		
		7	R.M. N°796-1986-ED 30/12/1986		
		1	R.D.N N°103-2006-INC 26/01/2006		
ARQUITECTURA ECLESIASTICA Y RELIGIOSA	10	8	R.S N°2900-1972-ED 12/28/1972	01	09
		2	R.M. N°543-1986-ED 08/27/1986		
EDIFICIOS PUBLICOS	11	1	Ley N°9441 26/11/1941	05	06
		7	R.S N°2900-1972-ED 12/28/1972		
		2	R.M. N°796-1986-ED 30/12/1986		
		1	R.M. N°543-1986-ED 08/27/1986		
TOTAL	124			109	15

Fuente: Inventario de Patrimonio histórico, artístico de Cajamarca, INC – 1983.

Elaboración: Sub Gerencia de Gestión del Centro Histórico.

ANEXO 03

PLANO DE UBICACIÓN Y LINDEROS

ANEXO 04

- a. APROBACIÓN DEL LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO DEL ESTADO ACTUAL DEL TEATRO CAJAMARCA (2011)**
- b. CONFORMIDAD DE LOS ESTUDIOS DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA (2012).**
- c. APROBACIÓN DEL ESTUDIO HISTÓRICO (2012)**



PERÚ

Ministerio de Cultura

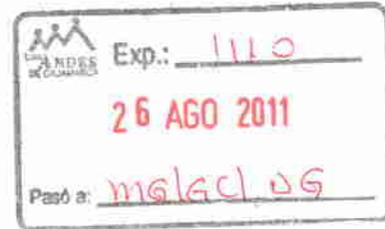
Dirección Regional de Cultura
Cajamarca

Cajamarca, 25 de agosto de 2011

Oficio N° 529 - 2011/DRC /D

Sr.

Ing. Guido Castillo Olazábal
Secretaría Técnica – PMSC
Asociación Los Andes de Cajamarca



PRESENTE.-

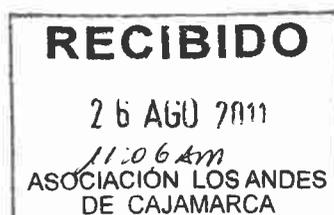
Asunto : Levantamiento Arquitectónico del estado actual del Teatro Cajamarca, distrito, provincia y departamento de Cajamarca.

De mi consideración:

Por medio del presente reciba usted mi saludo cordial; y al mismo tiempo, en relación al asunto hago de conocimiento que el día 24 de agosto del año en curso el área de Arquitectura ha emitido el Informe N° 128-2011-DRC-C/OF.ARQT, mediante el cual se indica que habiendo el interesado levantado todas las observaciones emitidas al estado actual se considera Aprobar el levantamiento del estado actual del Teatro Cajamarca inmueble declarado Monumento Histórico Artístico según R.S. N° 2900-72-ED, ejecutado por la Asociación Los Andes de Cajamarca.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,





PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección Regional de Cultura
Cajamarca

Cajamarca 07 de Mayo de 2012

Oficio N° 300- 2012-DRC-CAJ/M.C

Sr.
Guido Castillo Olazabal
Asociación Los Andes de Cajamarca



PRESENTE.-

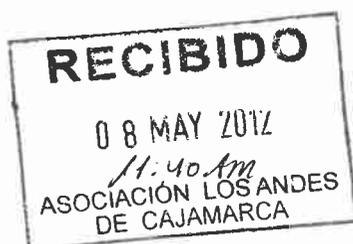
REF : Informe N° 159-2012-DRC.C/OF.ARQL

De mi especial consideración.

El presente tiene a bien saludarlo cordialmente y a la vez manifestarle que adjunto al presente hago llegar el informe de la referencia sobre los trabajos de prospección arqueológica , estructural y estratigráfica dl Monumento Arquitectónico Teatro Cajamarca.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente.



INFORME N° 15-2012 DRC-C/OF.ARQL

A : Arq. Carla Maritza Díaz García.
DE : Directora Regional de Cajamarca.
Marina Liliana León Florián.
ASUNTO : Arqueóloga del DRC - Cajamarca.
INFORME PARCIAL DEL ESTUDIO DE "PROSPECCIÓN
ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL
TEATRO CAJAMARCA".
REFERENCIA : a) CARTA N° 014-2012 /SERLIT del 12 marzo 2012
b) EXPEDIENTE N° 815
FECHA : Cajamarca 16 de marzo de 2012.

Mediante el presente informe hago de su conocimiento que la empresa SERLIT SRL, quien ha desarrollado los trabajos de Prospección arqueológica, estructural y estratigráfica del Teatro Cajamarca; ha entregado su informe parcial, para la revisión por aparte de la Dirección Regional de Cultura Cajamarca.

El Informe parcial, está presentando lo siguiente:

- INTRODUCCIÓN
- NOMBRE DEL PROYECTO.
- UBICACIÓN DEL INMUEBLE EN ESTUDIO.
- FINES Y OBJETIVOS DE LAS PROSPECCIONES.
- ANTECEDENTES HISTÓRICOS.
- AVANCE DE LOS TRABAJOS:
 - PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA.
 - DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL
 - PROSPECCIÓN PICTÓRICA.
- ANEXOS.
 - COPIA DE REGISTROGRÁFICO DE CAMPO DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA.

Como supervisora de la prospección arqueológica, estructural y estratigráfica del Teatro Cajamarca, doy conformidad al Informe parcial presentado por la empresa SERLIT SRL, ejecutora de la prospección en mención.

Es todo cuanto informo, para fines que usted crea conveniente.

Sin otro particular, me despido.

Atentamente.




CC. - ALAC y SERLIT SRL.



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección Regional de Cultura
Cajamarca

Cajamarca 11 de Octubre de 2012

Oficio N° 722- 2012-DRC-CAJ/M.C

Sr.
Eco. Violeta Vigo Vargas
Directora Ejecutiva Asociación Los Andes de Cajamarca.



Presente.-

Referencia : Informe N° 413-2012-DRC-C/OF.ARQL

Es grato dirigirme a usted para expresarle mi cordial saludo, y a la vez manifestarle que mediante informe de la referencia se ha aprobado el Informe Final del Estudio Histórico del Monumento Arquitectónico "Teatro Cajamarca".

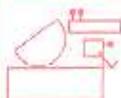
Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovar mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



ANEXO 06

ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS



JOSÉ LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERÍA

REG. C.I.P. N° 14061 – RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

Jr. Huánuco N° 442

Tel. 365096 CEL 976625363 - 976666525

RPC Claro 993551722 - 993551713

Cajamarca

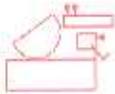
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE EVALUACIÓN DE LA CIMENTACIÓN

PROYECTO :

**“PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y
ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA”**

SOLICITANTE: SERLIT S.R.L.

CAJAMARCA, MARZO 2012



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

ÍNDICE

	Pagina
1. GENERALIDADES	
1.1 Objetivo del Estudio.....	01
1.2 Ubicación y Descripción del Área en estudio.....	01
1.3 Condición climática.....	01
2. INVESTIGACIONES DE CAMPO	
2.1 Trabajos de Campo.	
2.1.1 Calicatas.....	02
2.1.2 Muestreo Disturbado.....	02
2.1.3 Registro de Excavaciones.....	02
3. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	02
4. ENSAYOS DE LABORATORIO	
4.1 Ensayos Estándar.....	02
4.2 Ensayos Especiales.....	03
4.3 Clasificación de Suelos.....	03
5. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS	
5.1 Descripción de los Perfiles Estratigráficos.....	03
5.2 Aspectos relacionados con la Napa Freática.....	04
6. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN PARA LA EDIFICACIÓN	
6.1 Tipo y Profundidad de la Cimentación.....	04
6.2 Cálculo de la Capacidad Admisible de Carga.....	04
7. CONTENIDO DE SALES AGRESIVAS A LAS ESTRUCTURAS.....	04
8. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	05
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	06-07

ANEXO I

Resultado de los ensayos de Laboratorio.

ANEXO II

Perfiles Estratigráficos

ANEXO III

Análisis de pH, Sulfatos y Cloruros

ANEXO IV

Plano de ubicación de Calicata

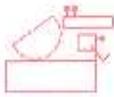
ANEXO V

Mapa de Zonificación Sísmica del Perú

ANEXO VI

Material Fotográfico


.....
José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



INFORME TÉCNICO

1.0.- GENERALIDADES.

1.1.- Objetivo del Estudio.

El presente Informe Técnico tiene por finalidad dar a conocer a la Empresa SERLIT S.R.L., los resultados de las investigaciones del suelo del terreno de fundación donde se ejecuta el Proyecto: "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA"; por medio de trabajos de campo a través de dos (2) pozos de exploración a cielo abierto o Calicatas, ensayos de laboratorio estándar y especiales a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del subsuelo, sus propiedades de resistencia y labores de gabinete en base a los cuales se define el perfil estratigráfico, tipo y profundidad de cimentación, Capacidad Portante Admisible y las conclusiones y recomendaciones generales para la cimentación.

El programa de trabajo realizado con este propósito ha consistido en:

- Reconocimiento del terreno.
- Excavación de Pozos de Exploración.
- Toma de Muestras de campo.
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de los Trabajos de Campo y Laboratorio.
- Perfiles Estratigráficos.
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
- Análisis de Sales Agresivas al Concreto.
- Conclusiones y Recomendaciones.

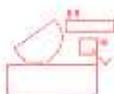
1.2.- Ubicación y Descripción del Área en Estudio.

El terreno destinado para el desarrollo del Proyecto: "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA", se encuentra ubicado en la intersección del Jr. Junín y el Jr. Apurímac de la ciudad de Cajamarca, jurisdicción del distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca.

1.3.- Condición Climática.

El clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan de diciembre a marzo y se presentan con el fenómeno del Niño en forma cíclica, que es un fenómeno climatológico del norte peruano tropical. Su temperatura media anual es de 15,8 °C. Por la cercanía al Ecuador y por ser una ciudad ubicada en piso térmico bajo, tiene un invierno suave y un verano caluroso y lluvioso en febrero. La temperatura media anual: máxima media 21 °C y mínima media: 6 °C. Estación de lluvias*intensas: diciembre a marzo pertenece al verano costero. La seca que corresponde al otoño y el invierno en el hemisferio sur, bastante templado durante el día y refrigerado en las noches, se presenta entre los meses de mayo a septiembre. Los Andes Cajamarquinos son semi áridos. Cajamarca es el punto inicial entre los andes secos del sur y los andes húmedos del Ecuador y Colombia.


José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. Nº 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES Nº CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.0.- INVESTIGACIONES DE CAMPO.

2.1.- Trabajos de Campo

2.1.1.- Calicatas.

Con la finalidad de determinar el Perfil Estratigráfico del área en estudio se han realizado dos (2) excavaciones a cielo abierto o Calicatas, localizadas convenientemente, acorde al área del terreno, a la siguiente profundidad:

CUADRO DE CALICATAS

CALICATA N°	PROFUNDIDAD (m.)	COORDENADAS UTM		ALTITUD (m.s.n.m.)
		NORTE	ESTE	
C - 1	3.00	9212819.288	772840.919	2744
C - 10	2.10	9212859.326	772843.1475	2741.1262

NOTA: Se debe de señalar que la calicata C-10, se realizó a 2.10 m. de profundidad, con respecto al nivel de piso del sótano, teniendo en cuenta que existe un desnivel de 0.90 m., con respecto al nivel de la vereda exterior del Teatro. La ubicación exacta se detalla en el anexo IV – Plano de Ubicación de Calicatas

2.1.2.- Muestreo Disturbado.

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados (Mab), en cantidad suficiente, para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

2.1.3.- Registros de Excavaciones

Paralelamente al muestreo, se realizó el registro de las Calicatas, bajo la Norma A.S.T.M. D 2488 (Procedimiento Visual-Manual, Descripción e Identificación de Suelos), anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, compactidad, dilatancia, plasticidad, tenacidad, etc.

3.0.- CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El Proyecto: "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA", comprende la evaluación Arqueológica, Estructural y Estratigráfica de la edificación actual y el Suelo de Fundación del Teatro Cajamarca.

4.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO.

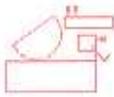
Los ensayos Estándar y Especiales de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos del Ingeniero José Lezama Leiva, el Ensayo de Corte Directo en Suelos (ASTM D 3080) se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de Cajamarca y el análisis químico de sales agresivas al concreto se realizó en el Laboratorio del Ing. Químico Hugo Mosqueira Estraver, bajo las Normas A.S.T.M. (American Society For Testing and Materials).

4.1.- Ensayos Estándar.

Se realizaron los siguientes ensayos:

- 03 Ensayos de Análisis Granulométrico. ASTM D-422.
- 03 Ensayos de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos. ASTM D-4318.
- 03 Ensayos de Contenido de humedad. ASTM D-2216.
- 03 Ensayos de Densidad Natural. ASTM D-2937.

José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

4.2.- Ensayos Especiales.

Fueron realizados los siguientes ensayos:

- Con las muestras representativas de las Calicatas C-1 y C-10, se realizó el Ensayo de sales agresivas al concreto.
- Con la muestra M-1 de la Calicata C-1, se realizó el Ensayo de Corte Directo (ASTM D 3080).

4.3.- Clasificación de Suelos.

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487.

CUADRO DE CLASIFICACIÓN

CALICATA	C - 1		C - 10	
	M - 1	M - 1	M - 2	M - 2
Profundidad (m)	0.68 - 3.00	0.13 - 1.20	1.00 - 2.50	
% Pasa Tamiz N° 4	94.24	96.97	92.42	
% Pasa Tamiz N° 200	70.16	72.69	55.53	
Límite Líquido (%)	38.00	36.00	30.00	
Índice Plástico (%)	8.00	10.00	5.00	
Coef. de Uniformidad (Cu)	--	--	--	
Coef. de Curvatura (Cc)	--	--	--	
Diámetro Efectivo (D ₁₀)	--	--	--	
Contenido de Humedad	19.72%	21.56%	36.85%	
Clasif. de Suelos "SUCS"	ML	ML	ML	

5.0.- PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

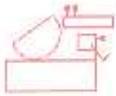
5.1.- Descripción de los Perfiles Estratigráficos

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce la siguiente conformación:

La Calicata C-1, presenta una losa de concreto, de 0.08 m. de espesor. De 0.08 m. hasta 0.68 m. de profundidad, presenta un primer estrato de relleno, constituido por bolones aislados de perfil angular (roca arenisca) de tamaño máximo de 8". De 0.68 m. hasta 3.00 m. de profundidad, existe un segundo estrato conformado por limo arcilloso inorgánico, de baja compresibilidad, de color beige, mezclado con 24.08% de arena fina a gruesa y 5.76% de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 1". Es un material impermeable, en caso de no ser fisurado, presenta una resistencia a la tubificación: media a alta y una resistencia al cortante: baja; se encuentra con bajo grado de compacidad, alto contenido de humedad y presenta moderado contenido de sales sulfatadas.

La Calicata C-10, presenta una losa de concreto, de 0.08 m. de espesor. De 0.08 m. hasta 0.13 m. de profundidad, presenta un primer estrato de relleno, constituido por material arcilloso de color marrón oscuro. De 0.13 m. hasta 1.20 m. de profundidad, existe un segundo estrato conformado por limo arcilloso inorgánico, de baja compresibilidad, de color beige claro, mezclado con 24.28% de arena fina a gruesa y 3.03% de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 3/4". Es un material impermeable, en caso de no ser fisurado, presenta una resistencia a la tubificación: media a alta y una resistencia al cortante: baja; se encuentra con bajo grado de compacidad, alto contenido de humedad y presenta moderado contenido de sales sulfatadas. De 1.20 m. hasta 2.10 m. de profundidad, existe un segundo estrato conformado por limo arcilloso inorgánico, de baja compresibilidad, de color beige oscuro, mezclado con 36.89% de arena fina a gruesa y 7.58% de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 3/4". Es un material impermeable, en caso de no ser fisurado, presenta una resistencia a la tubificación: media a alta y una resistencia al cortante: baja; se encuentra con bajo grado de compacidad, alto contenido de humedad y presenta moderado contenido de sales sulfatadas.


José D. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



5.2 Aspectos Relacionados con la Napa Freática.

Se debe señalar que no se encontró el nivel freático en las calicatas estudiadas.

6.0.- ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN PARA LA EDIFICACIÓN.

6.1 Tipo y Profundidad de la Cimentación.

De acuerdo a lo observado en las calicatas, la cimentación existente se encuentra a una profundidad de 0.60 m., con respecto al nivel actual del terreno y está constituida por un mejoramiento de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 8", conformado en tres capas de 0.20 m., cada capa, y con una matriz de arcilla inorgánica de alta plasticidad.

6.2 Cálculo de la Capacidad Admisible de Carga

Para la determinación de la Capacidad Admisible de carga, se ha considerado el ángulo de fricción interna de 22.41° y el valor de la cohesión de 0.175 Kg/cm², obtenido del Ensayo de Corte Directo (ASTM D 3080):

Tipo de Suelo	:	ML
Ángulo de fricción interna ϕ	=	22.41°
Cohesión c	=	0.175 Kg/cm ²
Peso específico húmedo γ_r	=	1.65 gr/cm ³

Luego, aplicando la Teoría de Karl Terzaghi (falla por corte general), la Capacidad Portante Admisible será de:

$$q_{ad} = 0.68 \text{ kg/cm}^2$$

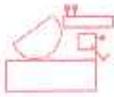
7.0.- CONTENIDO DE SALES AGRESIVAS A LAS ESTRUCTURAS

El resultado del Análisis Físico Químico efectuado con muestras representativas de los estratos que conforma el subsuelo del terreno de fundación, presenta los siguientes valores:

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	pH	SO ₄ ²⁻ (%)	Cl ⁻ (%)	TEMPERATURA
C-1	M-1	0.68 - 3.00	7.05	0.115	0.028	25° C
C-10	M-1	0.13 - 1.20	7.10	0.108	0.032	25° C
	M-2	1.20 - 2.10	7.20	0.121	0.031	25° C

Este caso se consideraría como exposición moderada a los sulfatos (proporción de sulfatos mayor de 0.10%), según el Código ACI 318M-11 y el capítulo 4 de la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Estructuras; por consiguiente, se recomienda utilizar, Cemento Portland Tipo MS (A.S.T.M. C 1157), en la preparación del concreto de la cimentación, con la finalidad de impermeabilizar, en cierto modo, el concreto de la cimentación y evitar la corrosión de elementos metálicos embebidos.

José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. Nº 14061 - RUC 10266787711

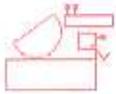
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES Nº CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

8.0.- RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.

TIPO DE CIMENTACIÓN: CIMENTACIÓN CORRIDA.
ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN: LIMO ARCILLOSO INORGÁNICO, DE BAJA COMPRESIBILIDAD
PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: 0.60 m. CON RESPECTO AL NIVEL ACTUAL DEL TERRENO
PRESIÓN ADMISIBLE: 0.68 Kg/cm²
FACTOR DE SEGURIDAD: 3.00
TIPO DE SUELO DESDE EL PUNTO DE VISTA SISMICO: TIPO DE SUELO: S ₃ , CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN: B, FACTOR DE ZONA Z = 0.4, FACTOR DE USO U = 1.3, FACTOR DE SUELO S = 1.4 y PERIODO PREDOMINANTE Ts = 0.9 seg.
EXPOSICIÓN DEL CONCRETO A LOS SULFATOS: MODERADA. (PROPORCIÓN DE SULFATOS MAYOR DE 0.10%) SEGÚN EL CÓDIGO ACI 318M-11 Y EL CAPITULO 4 DE LA NORMA E.060 DEL REGLAMENTO NACIONAL DE ESTRUCTURAS.
RECOMENDACIONES ADICIONALES: NO DEBE CIMENTARSE SOBRE TURBA, SUELO ORGANICO, TIERRA VEGETAL, DESMONTE O RELLENO SANITARIO Y QUE ESTOS MATERIALES INADECUADOS DEBERAN SER REMOVIDOS EN SU TOTALIDAD, ANTES DE CONSTRUIR LA CIMENTACIÓN Y SER REEMPLAZADOS CON MATERIALES SELECCIONADOS.

.....
José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. Nº 14061 - RUC 10266787711

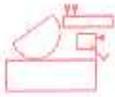
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES Nº 00 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. CIR. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. Nº 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES Nº CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

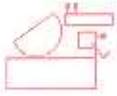
9.0.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Correlacionando la investigación de campo realizada con los resultados de los ensayos de laboratorio y según el análisis efectuado en el transcurso del informe, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El terreno en estudio se encuentra ubicado en la intersección del Jr. Junin y el Jr. Apurímac, jurisdicción del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, región Cajamarca.
- El subsuelo del terreno donde se ejecutará el Proyecto: "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA", está conformado básicamente por un primer estrato de mejoramiento de suelo, constituido por bolones aislados de perfil angular (roca arenisca) de tamaño máximo de 8". Luego, existe un estrato de limo arcilloso inorgánico, de baja compresibilidad, de color beige claro a oscuro, mezclado con apreciable porcentaje de arena fina a gruesa y mínimo porcentaje de fragmentos rocosos de tamaño máximo de ¾" a 1". Se encuentra con bajo grado de compacidad, alto contenido de humedad y presenta moderado contenido de sales sulfatadas.
- El nivel de cimentación, de la edificación existente, se encuentra a una profundidad 0.60 m., con respecto al nivel actual del terreno.
- La capacidad portante admisible del suelo de fundación, a una profundidad de 0.60 m., es de:

$$q_{ad} = 0.68 \text{ Kg/cm}^2$$

- Se debe de señalar que la calicata C-10, se realizó a 2.10 m. de profundidad, con respecto al nivel de piso del sótano, teniendo en cuenta que existe un desnivel de 0.90 m., con respecto al nivel de la vereda exterior del Teatro.
- En lo que respecta al Análisis Químico del Suelo de Fundación, realizado por el Ing° Hugo Mosqueira Estraver, cuyos resultados son mayores a 0.10%, en lo que respecta a sulfatos, nos indican que se consideraría como exposición moderada. Por lo tanto, se recomienda utilizar en la elaboración del concreto de la cimentación, en caso de una nueva edificación, Cemento Pórtland Adicionado tipo MS (ASTM C 1157), con la finalidad de impermeabilizar el concreto de la cimentación, en cierto modo y evitar la corrosión de elementos metálicos embebidos.
- Se recomienda, en caso de realizar una nueva edificación, realizar muestreo de especímenes de las mezclas de concreto a elaborar en la ejecución de la Obra, acorde a la Norma A.S.T.M. C 172. Asimismo, se debe utilizar un método de curado adecuado para el concreto acorde a la Norma A.S.T.M. C 31M-10 (temperatura de agua de curado: 23° C ± 2° C, humedad relativa: 95%), con la finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida en obra y los especímenes de concreto deberán ensayarse de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 39, con la finalidad de evaluar el control de calidad del concreto en concordancia con el Reglamento ACI 318M-11.
- Se recomienda construir un sistema adecuado de drenaje, alrededor de toda la cimentación, con el objeto de impedir la infiltración de aguas pluviales en el terreno de fundación, debido a que el limo arcilloso inorgánico de baja compresibilidad existente, disminuye notablemente su resistencia al corte en contacto con el agua.
- Para la aplicación de las Normas de Diseño Sismo resistente del R.N.C. debe considerarse: Categoría: B, Factor de Zona Z = 0.4, Factor de Uso U = 1.3, Factor de Suelo S = 1.4 y Período predominante Ts = 0.9 seg.
- Finalmente, podemos concluir, que para el posible diseño de una nueva cimentación y el correcto desarrollo del Proyecto: "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA"; se deberá tener en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones antes descritas, dada la importancia de la obra, de tal suerte, que se asegure mayor estabilidad y durabilidad de la estructura en evaluación.



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

ANEXO I

RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO


.....
José L. Lozama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 14061



ANALISIS GRANULOMETRICO
A.S.T.M. D 422

PROYECTO : PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA
UBICACIÓN : DISTRITO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. REGIÓN: CAJAMARCA.
CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 1
SOLICITANTE : SERLIT S.R.L.

RESPONSABLE : ING° JOSE LEZAMA L.
OPERADOR : C.L.M.
FECHA : 23 DE MARZO DEL 2012
PROFUNDIDAD : 0.68 m. A 3.00 m.

ANALISIS FRACCION GRUESA						MUESTRA TOTAL			
N°	TAMIZ ABERTURA (mm)	P. RET PARCIAL	PORCENTAJE RET. PARCIAL	PORCENTAJE RET. ACUM	% QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	60° C	110° C
								3"	76.20
2 1/4"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)			
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00			1148.60	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr)			
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00			63.10	
3/4"	19.05	25.20	2.48	2.48	97.52	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr)			
1/2"	12.70	8.80	0.86	3.34	96.66			959.40	
3/8"	9.52	4.20	0.41	3.75	96.25	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr)			
1/4"	6.35	15.00	1.47	5.23	94.77			58.60	
N°4	4.75	5.40	0.53	5.76	94.24	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr)			
TOTAL	W G =	58.60				PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		1018.00	
ANALISIS FRACCION FINA						CONTENIDO DE HUMEDAD A.S.T.M. D 2216		LIMITES DE CONSISTENCIA A.S.T.M. D 4318	
CORRECCION MUESTRA CUARTEADA :					0.098232				
PESO ENSAYO PORCION SECA :					959.40				
N 10	2.00	23.00	2.26	6.02	91.98	TARA N°	1	LIMITE LIQUIDO :	36.00%
N 20	0.85	42.40	4.17	12.18	87.82	PESO HUMEDO + TARA (gr)	2497.00	LIMITE PLASTICO :	30.00%
N 30	0.60	22.40	2.20	14.38	85.62	PESO SECO + TARA (gr)	2283.00	INDICE PLASTICO :	0.00%
N 40	0.43	32.40	3.18	17.56	82.44	PESO TARA (gr)	712.00		
N 60	0.25	47.20	4.64	22.20	77.80	PESO DEL AGUA (gr)	294.00		
N 100	0.15	43.20	4.24	26.44	73.56	PESO SECO (gr)	1491.00		
N 200	0.08	34.60	3.40	29.84	70.16				
CAZOLETA	--								
TOTAL						C. HUMEDAD (%)	19.72	CLASIFICACION S.U.C.S. :	ML

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



D60 =		D30 =		D10 =	
	Cc =		Cc =		

OBSERVACIONES:

LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UN LIMO ARCILLOSO INORGANICO, DE BAJA COMPRESIBILIDAD, MEZCLADO CON 24.08% DE ARENA FINA A GRUESA Y 5.76% DE FRAGMENTOS ROCOSOS DE TAMAÑO MÁXIMO DE 1".

Jose L. Lezama Leiva
José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14081

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Norte de la Universidad Peruana

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA

Telefax N° 0051-76-82-5976 Anexo N° 129-130 / 147

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



Proyecto: **PROSPECCION ARQUEOLOGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRAFICA DEL TEATRO DE CAJAMARCA**

Ubicación: Dist. Cajamarca (Intersección Jr. Apurimac - Jr. Junín)- Prov. Cajamarca - Dpto. CAJAMARCA

Solicitante: SERLIT SRL - Ing. José Lezama Leiva

Fecha: C:27/03/12 Fact. 014 - 007468

ENSAYO: CORTE DIRECTO
NORMA: A.S.T.M. D 3080

Muestra:	Tipo	Lado(cm)	Altura(cm)	Area(cm ²)	Vol(cm ³)
	Alterada	6	2	36	72.000

Densidad y Contenido de Humedad			
	1	2	3
W muestreador (gr)	140.10	154.70	140.10
W m + mh (gr)	268.00	273.30	259.40
Wmh (gr)	127.90	118.60	119.30
Dhum(gr/cm ³)	1.78	1.65	1.66
Dseca(gr/cm ³)	1.38	1.18	1.22
Wt (gr)	28.2	29.2	29.7
Wmh + t (gr)	153.80	146.80	145.90
Wms + t (gr)	125.60	113.30	115.60
Wms (gr)	97.40	84.10	85.90
Ww (gr)	28.20	33.50	30.30
W (%)	28.95	39.83	35.27

CARGAS	MUESTRA - 3		
	1	2	3
Pa (marco y placa) (kg)	0.604	0.604	0.604
Pb (Percha carga)(kg)	2.000	4.000	6.000
PV (Kg)	2.604	4.604	6.604
Esr. Normal (σ)(kg/cm ²)	0.572	1.128	1.883

C - 1	M - 1	Prof.	0.68 a 3.0 m
-------	-------	-------	--------------

Datos de prueba	
Vel.carga (mm/min)	0.50
Const.anillo carga(kg/N° div.)	0.446379

Tiempo (min)	Dezp hor cm	A. Correg (cm ²)	Def. Carg (N° Div.)	Fza Corte (Kg)	Esf. Cort. (kg/cm ²)	Def. Carga (N° Div.)	Fza Corte (Kg)	Esf. Cort. (kg/cm ²)	Def. Carga (N° Div.)	Fza Corte (Kg)	Esf. Cort. (kg/cm ²)
				2.00			4.00			6.00	
0.000	0.000	36.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.500	0.025	35.850	17.10	7.633	0.213	22.20	9.910	0.276	21.10	9.419	0.263
1.000	0.050	35.700	24.50	10.936	0.306	29.00	12.945	0.363	31.50	14.061	0.394
1.500	0.075	35.550	32.80	14.641	0.412	39.00	17.409	0.490	38.80	17.320	0.487
2.000	0.100	35.400	38.80	17.320	0.489	43.80	19.551	0.552	43.70	19.507	0.551
2.500	0.125	35.250	42.10	18.793	0.533	48.70	21.739	0.617	48.70	21.739	0.617
3.000	0.150	35.100	45.50	20.310	0.579	51.00	22.765	0.649	53.50	23.881	0.680
3.500	0.175	34.950	48.00	21.426	0.613	52.50	23.435	0.671	58.00	25.890	0.741
4.000	0.200	34.800	49.00	21.873	0.629	53.30	23.792	0.684	61.50	27.452	0.789
4.500	0.225	34.650	50.00	22.319	0.644	54.10	24.149	0.697	64.40	28.747	0.830
5.000	0.250	34.500	50.30	22.453	0.651	55.60	24.819	0.719	67.20	29.997	0.869
5.500	0.275	34.350	51.00	22.765	0.663	57.30	25.578	0.745	69.90	31.202	0.908
6.000	0.300	34.200	51.60	23.033	0.673	58.10	25.935	0.758	71.90	32.095	0.938
6.500	0.325	34.050	51.60	23.033	0.676	58.60	26.158	0.768	74.00	33.032	0.970
7.000	0.350	33.900	50.60	22.587	0.666	59.10	26.381	0.778	75.30	33.612	0.992
7.500	0.375	33.750	49.10	21.917	0.649	60.00	26.783	0.794	77.40	34.550	1.024
8.000	0.400	33.600	49.10	21.917	0.652	60.50	27.006	0.804	79.00	35.264	1.050
8.500	0.425	33.450	49.10	21.917	0.655	61.10	27.274	0.815	80.20	35.800	1.070
9.000	0.450	33.300		0.000	0.000	61.80	27.586	0.828	81.00	36.157	1.086
9.500	0.475	33.150		0.000	0.000	62.10	27.720	0.836	81.50	36.380	1.097
10.000	0.500	33.000		0.000	0.000	62.90	28.077	0.851	82.00	36.603	1.109
10.500	0.525	32.850		0.000	0.000	63.20	28.211	0.859	82.30	36.737	1.118
11.000	0.550	32.700		0.000	0.000	63.80	28.479	0.871	82.60	36.871	1.128
11.500	0.575	32.550		0.000	0.000	64.80	28.93	0.889	82.70	36.92	1.134
12.000	0.600	32.400		0.000	0.000	65.70	29.33	0.905	83.20	37.14	1.146
12.500	0.625	32.250		0.000	0.000	66.20	29.55	0.918	84.00	37.50	1.163
13.000	0.650	32.100		0.000	0.000	63.20	28.21	0.879	84.10	37.54	1.169
13.500	0.675	31.950		0.000	0.000	58.10	26.38	0.826	84.30	37.63	1.178
14.000	0.700	31.800		0.000	0.000	57.30	25.58	0.804	85.00	37.94	1.193
14.500	0.725	31.650		0.000	0.000	57.00	25.44	0.804	85.10	37.99	1.200
15.000	0.750	31.500		0.000	0.000	57.00	25.44	0.808	85.70	38.25	1.214
15.500	0.775	31.350		0.000	0.000	57.00	25.44	0.812	85.70	38.25	1.220
16.000	0.800	31.200		0.000	0.000	57.00	25.44	0.816	85.70	38.25	1.226
16.500	0.825	31.050		0.000	0.000	57.00	25.44	0.819	86.00	38.39	1.236
17.000	0.850	30.900		0.000	0.000	57.00	25.44	0.823	86.00	38.39	1.242

Nota: La muestra ha sido proporcionada por el solicitante


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos
ING. MARCO W. HOYOS SAUCEDO
 Reg. CIP 23931

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Norte de la Universidad Peruana

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA

Telefax Nº 0051-76-82-5976 Anexo Nº 129-130 / 147

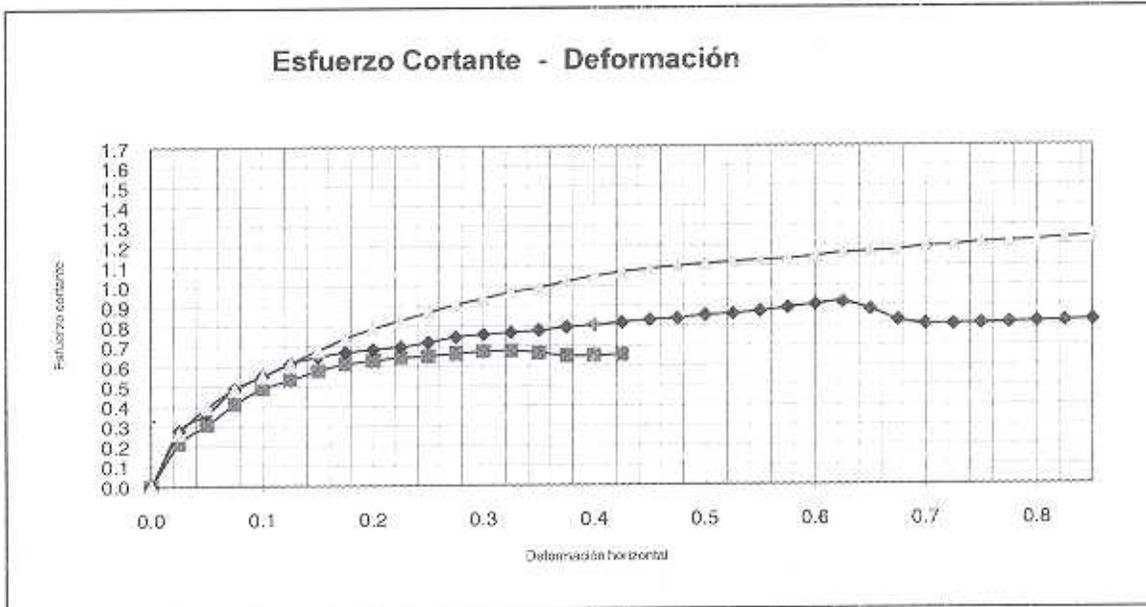
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



Proyecto: **PROSPECCION ARQUEOLOGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRAFICA DEL TEATRO DE CAJAMARCA**
 Ubicación: Dist. Cajamarca (Intersección Jr. Apurimac - Jr. Junín)- Prov. Cajamarca - Dpto. CAJAMARCA
 Solicitante: SERLIT SRL - Ing. José Lezama Loiva
 Fecha: C/27/03/12 Fact. 014 - 007468

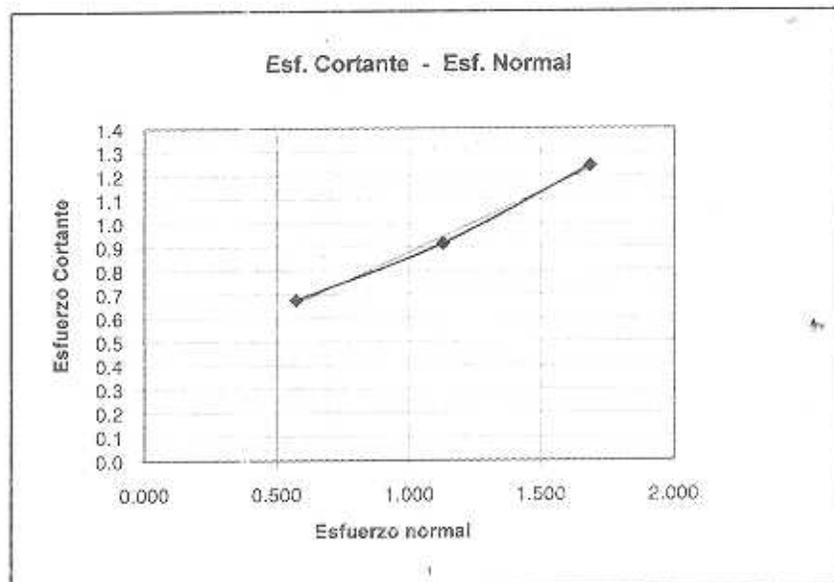
ENSAYO: CORTE DIRECTO

NORMA: A.S.T.M. D 3080



Muestra	σ norm	Cort.máx
1	0.572	0.676
2	1.128	0.916
3	1.684	1.242

Cohesión (kg/cm ²)	0.35	0.175
Angulo de fricción	26.89	22.41



Nota:

La muestra ha sido proporcionada por el solicitante


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
ING. MARCO W. HOYOS SAUCEDO
 R.F.C. - CIP 28531



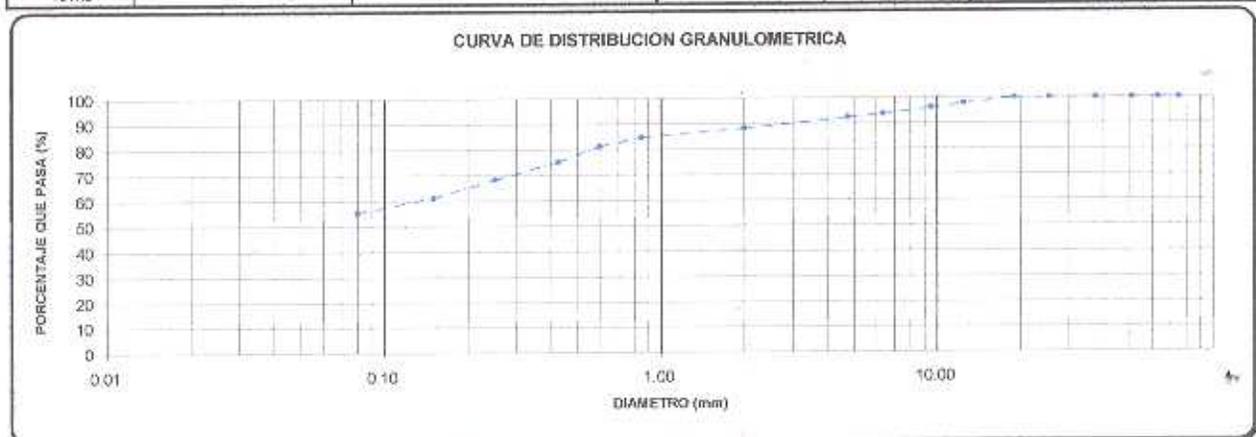
ANALISIS GRANULOMETRICO
A.S.T.M. D 422

PROYECTO : PROSPECCION ARQUEOLOGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRAFICA DEL TEATRO CAJAMARCA
UBICACION : DISTRITO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.
CALICATA : C - 10
MUESTRA : M - 2
SOLICITANTE : SERLIT S.R.L.

RESPONSABLE : ING° JOSE LEZAMA L.
OPERADOR : C.L.M.
FECHA : 23 DE MARZO DEL 2012
PROFUNDIDAD : 1.20 m. A 3.00 m.

ANALISIS FRACCION GRUESA						MUESTRA TOTAL				
N°	TAMIZ	P. RET. PARCIAL	PORCENTAJE RET. PARCIAL	PORCENTAJE RET. ACUM.	% CUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	50° C	110° C	
	ABERTURA (mm)									
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1371.20		
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00			1209.40		
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr)		81.80		
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00			926.00		
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr)		76.00		
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00			1002.00		
1/2"	12.70	21.40	2.14	2.14	97.86	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr)		76.00		
3/8"	9.52	17.00	1.70	3.83	96.17			1002.00		
1/4"	6.35	25.00	2.50	6.33	93.67	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr)		36.85		
N°4	4.75	12.00	1.26	7.58	92.42			36.85		
TOTAL	W G = 76.00					PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		1002.00		
ANALISIS FRACCION FINA						CONTENIDO DE HUMEDAD A.S.T.M. D 2216		LIMITE DE CONSISTENCIA A.S.T.M. D 4318		
CORRECCION MUESTRA CUARTEADA :						0.099800				
PESO ENSAYO PORCION SECA :						926.00				
N 10	2.00	42.20	4.21	11.80	88.20	TARA N°	1	LIMITE LIQUIDO :	30.00%	
N 20	0.85	34.00	3.39	15.19	84.81	PESO HUMEDO + TARA (gr)	1943.00	LIMITE PLASTICO :	25.00%	
N 30	0.60	34.00	3.39	18.58	81.42	PESO SECO - TARA (gr)	1559.00	INDICE PLASTICO :	5.00%	
N 40	0.43	61.80	6.17	24.75	75.25	PESO TARA (gr)	517.00			
N 60	0.25	69.00	6.99	31.64	68.36	PESO DEL AGUA (gr)	384.00			
N 100	0.15	71.60	7.16	38.78	61.22	PESO SECO (gr)	1042.00			
N 200	0.08	57.00	5.69	44.47	55.53					
GAZOLETA	-									
TOTAL						C. HUMEDAD (%)		36.85	CLASIFICACION S.U.C.S. :	ML

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



D60 =	0.14	D30 =		D10 =	
Cc =		Cc =			

OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UN LIMO ARCILLOSO INORGANICO, DE BAJA COMPRESIBILIDAD, MEZCLADO CON 36.89% DE ARENA FINA A GRUESA Y 7.59% DE FRAGMENTOS ROCOSOS DE TAMAÑO MÁXIMO DE 3/4".

Jose L. Lezama Leiva
Jose L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA
INGENIERO CIVIL
CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - R.O.C. 10295707711
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

Jr. Huancayo N° 442
Telef. 305806 - Cel. 976525363 - 979866525
R.P.C. Claro 993551722 - 993551713
RPM #147563 - #436525
Cajamarca

ESTUDIOS GEOTECNICOS, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

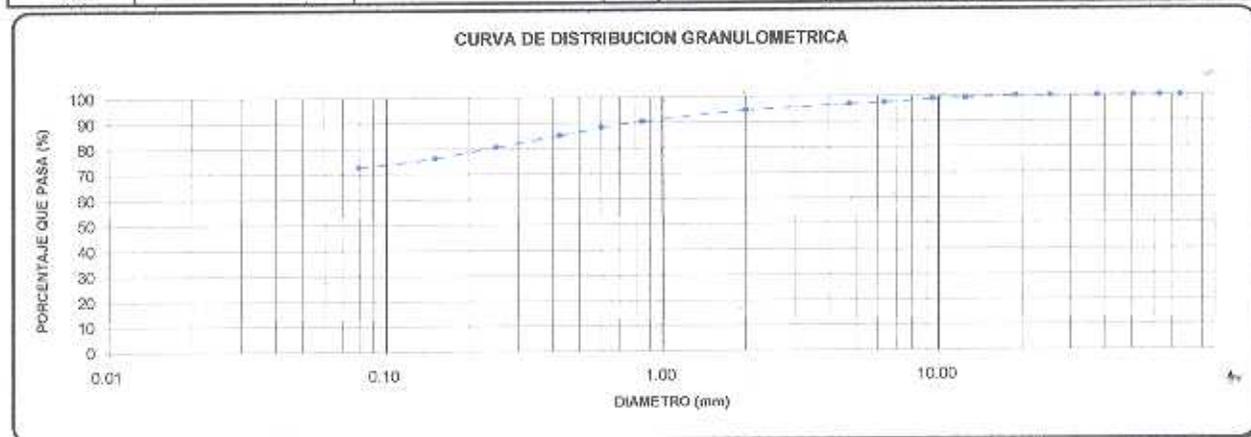
ANALISIS GRANULOMETRICO
A.S.T.M. D 422

PROYECTO : PROSPECCION ARQUEOLOGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRAFICA DEL TEATRO CAJAMARCA
UBICACION : DISTRITO CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA.
CALCATA : C-10
MUESTRA : M-1
SOLICITANTE : SERUT S.R.L.

RESPONSABLE : ING° JOSE LEZAMA L.
OPERADOR : C.L.M.
FECHA : 23 DE MARZO DEL 2012
PROFUNDIDAD : 0.13 m. A 1.20 m.

ANALISIS FRACCION GRUESA						MUESTRA TOTAL				
TAMIZ		P.RET. PARCIAL	PORCENTAJE RET. PARCIAL	PORCENTAJE RET. ACUM.	% QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	60° C	110° C	
N°	ABERTURA (mm)									
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1218.00		
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00					
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr)		1195.30		
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr)		32.70		
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr)		971.60		
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr)		30.40		
1/2"	12.70	8.30	0.83	0.83	99.17	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		1302.00		
3/8"	9.52	4.40	0.44	1.27	98.73					
1/4"	6.35	12.90	1.29	2.55	97.45					
N°4	4.75	4.00	0.48	3.03	96.97					
TOTAL	W.G. =	30.40								
ANALISIS FRACCION FINA						CONTENIDO DE HUMEDAD A.S.T.M. D 2216		LIMITE DE CONSISTENCIA A.S.T.M. D 4318		
CORRECCION MUESTRA CUARTEADA:						0.099600				
PESO ENSAYO PORCION SECA:						971.60				
N 10	2.00	22.60	2.26	5.29	94.71	TAPA N°	1	LIMITE LIQUIDO :	36.00%	
N 20	0.85	41.80	4.17	9.46	90.54	PESO HUMEDO + TAPA (gr)	2083.00	LIMITE PLASTICO :	26.00%	
N 30	0.60	23.10	2.31	11.77	88.23	PESO SECO + TAPA (gr)	1807.00	INDICE PLASTICO :	10.00%	
N 40	0.43	30.40	3.03	14.80	85.20	PESO TAPA (gr)	527.00			
N 60	0.25	45.90	4.59	19.39	80.62	PESO DEL AGUA (gr)	276.00			
N 100	0.15	44.30	4.42	23.80	76.20	PESO SECO (gr)	1280.00			
N 200	0.08	35.10	3.50	27.31	72.69	C. HUMEDAD (%)		21.56	CLASIFICACION S.U.C.S. :	ML
CAZOLETA	--									
TOTAL										

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

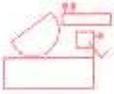


D60 =		D30 =		D10 =	
	Cu =		Cc =		

OBSERVACIONES:

LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UN LIMO ARCILLOSO INORGANICO, DE BAJA COMPRESIBILIDAD, MEZCLADO CON 24.28% DE ARENA FINA A GRUESA Y 3.03% DE FRAGMENTOS ROCOSOS DE TAMAÑO MÁXIMO DE 3/4"

Jose L. Lezama Leiva
José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA
INGENIERO CIVIL
CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

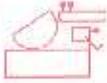
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

ANEXO II

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS


.....
José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. CIR. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR EN OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10286787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

EXPLORACION GEOTECNICA

**CALICATA N°
C - 1**

PROYECTO : PROSPECCION ARQUEOLOGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRAFICA DEL
TEATRO CAJAMARCA

UBICACION : DISTRITO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.

SOLICITANTE : SERLIT S.R.L.

SONDAJE : CALICATA.

PROFUNDIDAD : De 0.00 m. a 3.00 m.

NIVEL FREATICO : N/A

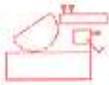
REGISTRO POR : C.L.M.

REVISADO POR : ING° JOSE LEZAMA LEIVA.

FECHA : MARZO DEL 2012

PROF. (m.)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	W (%)	LIMITES	
	SIMBOLO (S.U.C.S.)	SIMBOLO GRAFICO				LL (%)	IP (%)
0.00			Losa de concreto	S/M	--	--	--
0.50			Mejoramiento de suelo, conformado por bloques aislados de perfil angular, (roca arenisca) de tamaño máximo de 8".	S/M	--	--	--
1.00			Limo arcilloso inorgánico, de baja compresibilidad, de color beige, mezclado con 24.08% de arena fina a gruesa y 5.76% de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 1". Se encuentra con alto contenido de humedad, bajo grado de compactación y moderado contenido de sales sulfatadas.	M - 1	19.72	38.00	8.00
1.50	ML						
2.00							
2.50							
3.00							
3.50							
4.00							
4.50							
5.00							

Jose L. Lezama Leiva
 José L. Lezama Leiva
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR EN OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

EXPLORACION GEOTECNICA

CALICATA N° C - 10

PROYECTO : PROSPECCION ARQUEOLOGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRAFICA DEL TEATRO CAJAMARCA

NIVEL FREATICO : N/A

REGISTRO POR : C.L.M.

UBICACION : DISTRITO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.

REVISADO POR : ING° JOSE LEZAMA LEIVA.

SONDAJE : SERLIT S.R.L.

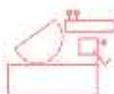
FECHA : MARZO DEL 2012

SONDAJE : CALICATA.

PROFUNDIDAD : De 0.00 m. a 2.10 m.

PRCF. (m.)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	W (%)	LIMITES	
	SIMBOLO (S.U.C.S.)	SIMBOLO GRAFICO				LL (%)	IP (%)
0.00			Losas de concreto	S/M	--	--	--
0.13			Refeno de material arcilloso, color marrón oscuro	S/M	--	--	--
0.50							
1.00							
1.20							
1.50	ML		Limo arcilloso inorgánico, de baja compresibilidad, de color beige claro, mezclado con 24.28% de arena fina a gruesa y 3.03% de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 3/4". Se encuentra con alto contenido de humedad, bajo grado de compactación y moderado contenido de sales sulfatadas.	M - 1	21.56	36.00	10.00
2.00							
2.10	ML		Limo arcilloso inorgánico, de baja compresibilidad, de color beige oscuro, mezclado con 36.89% de arena fina a gruesa y 7.58% de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 3/4". Se encuentra con alto contenido de humedad, bajo grado de compactación y moderado contenido de sales sulfatadas.	M - 2	36.85	30.00	5.00
2.50							
3.00							
3.50							
4.00							
4.50							
5.00							

Jose L. Lezama Leiva
 José L. Lezama Leiva
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

ANEXO III

ANALISIS DE pH, SULFATOS Y CLORUROS


.....
José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061

LABORATORIO ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Ing: Augusto Hugo Mosqueira Estraver

Análisis Físico Químico de Agua Bacteriológico, Sulfato, Cloruro y pH de Arena, Piedra, Minerales, Metálicos, Inalterabilidad de Agregados, Impurezas Orgánicas.

Psje: Los Zafiros Mz. B Lote 7 Urb. Villa Universitaria - Cajamarca.

ANÁLISIS DE pH, SULFATOS Y CLORUROS DE MUESTRAS DE SUELO

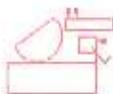
(NTP 339.176, NTP 339.178, NTP 339.177)

PROYECTO : "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA"
UBICACION : DISTRITO: CAJAMARCA.
PROVINCIA: CAJAMARCA.
REGION: CAJAMARCA.
SOLICITA : SERLIT S.R.L.
FECHA : 26 DE MARZO DEL 2012

RESULTADOS

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	pH	SO ₄ ²⁻ (%)	Cl ¹⁻ (%)	TEMPERATURA
C - 1	M - 1	0.68 - 3.00	7.05	0.115	0.028	25° C
C - 2	M - 1	0.13 - 1.20	7.10	0.108	0.032	25° C
	M - 2	1.20 - 2.10	7.20	0.121	0.031	25° C


ING. AUGUSTO HUGO MOSQUEIRA ESTRAYER
INGENIERO QUÍMICO
JEFE DE LAB. ANÁLISIS F. Q.



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

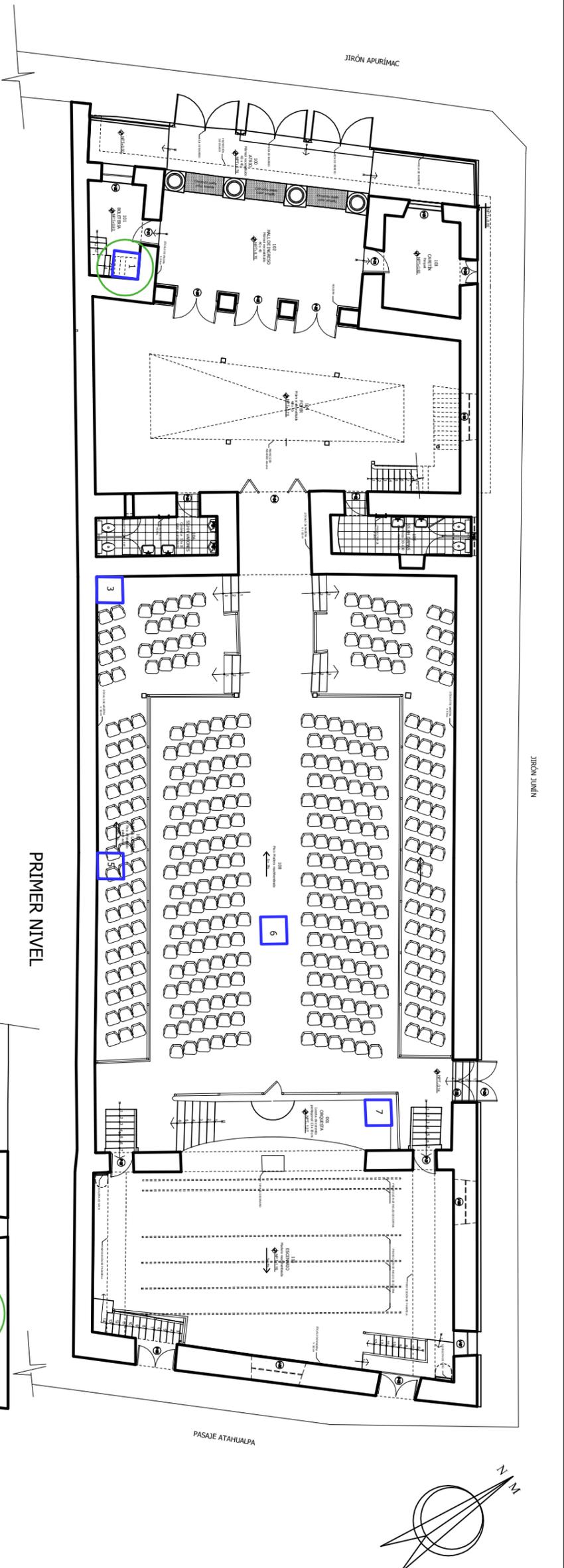
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

ANEXO IV

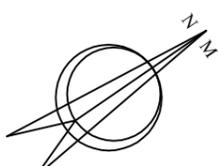
PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS


.....
José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061

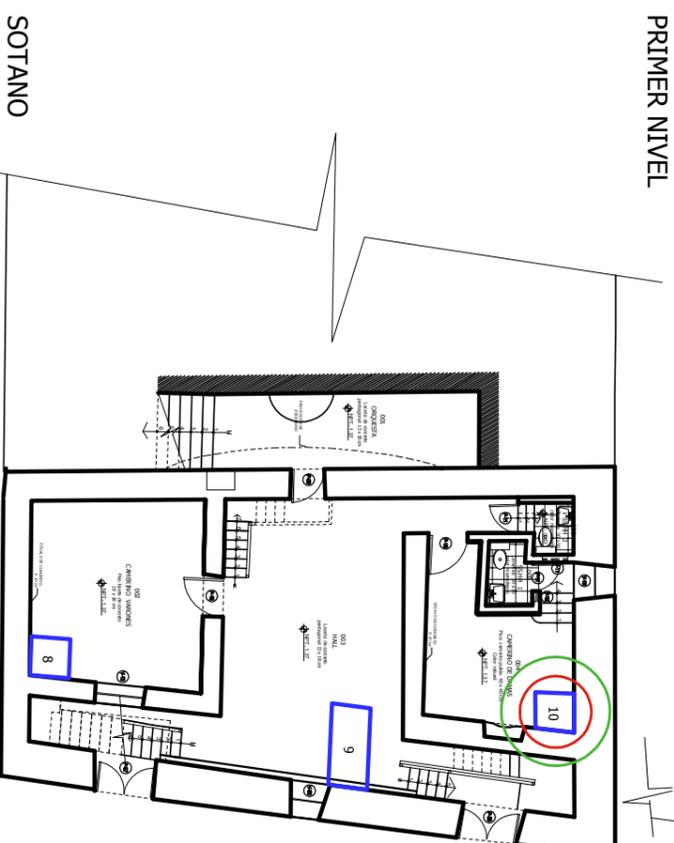


JIRÓN JUNÍN

PASAJE ATAHUALPA



CUADRO DE CALAS			
N° DE CALA	LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD
C-01	1.20	1.00	1.30
C-02	1.20	1.00	1.20
C-03	1.20	1.00	1.20
C-04	1.20	1.00	1.20
C-05	1.20	1.00	1.20
C-06	1.20	1.00	1.20
C-07	1.20	1.00	0.40
C-08	1.20	1.00	0.60
C-09	2.00	1.00	0.60
C-10	1.20	1.00	1.50



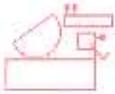
LEYENDA.

- UBICACION DE CALAS ARQUEOLOGICAS.
- UBICACION DE CALAS PARA TOMA DE MUESTRA DE ANALISIS DE SUELOS
- UBICACION DE CALAS PARA TOMA DE MUESTRAS DE BASE DE CIMENTACION, PARA ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOTANO

PRIMER NIVEL

SERLIT		ESTUDIO:	
Teléfono: 705632 - (076)97475 serlit_srl@yahoo.com		PROSPECCIÓN ARQUEOLOGICA Y ESTRUCTURAL DEL TEATRO CAJAMARCA.	
J.R. APURIMAC N° 590 ESQUINA JR. JUNIN			
ESPECIALIDAD: PROSPECCION ARQUEOLOGICA DEL TEATRO CAJAMARCA.		PLANO N°:	
PLANO: UBICACION DE MUESTRAS ESTRUCTURALES PARA ESTUDIO DE SUELOS		ESCALA: S/E	
G. PROYECTOS	EQUIPO SERLIT	FECHA:	PROFESIONAL RESPONSABLE:
REGISTRO :	ING. JOSE LEZAMA LEIVA	04/02/2012	ING. IVAN VASQUEZ ALFARO
DEBIDO :	MARINA ZEADA JILCAMORO	04/02/2012	CIP 123509
REVISADO :	ARQ. JUDITH PADILLA	04/02/2012	ING. JOSE LEZAMA LEIVA
APROBADO :	ING. JOSE LEZAMA LEIVA	04/02/2012	CIP 14061
			ME-01



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

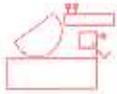
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

ANEXO V

MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ



José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. Nº 14061 - RUC 10266787711

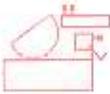
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES Nº CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

ZONIFICACIÓN SÍSMICA



Jose L. Lezama Leiva
.....
Jose L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA
INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

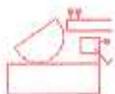
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° 03 112

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

ANEXO VI

MATERIAL FOTOGRÁFICO


.....
José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. CIR. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC: 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

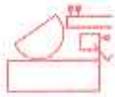


FOTOG N° 1

Vista de ubicación de Calicata C - 1



José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

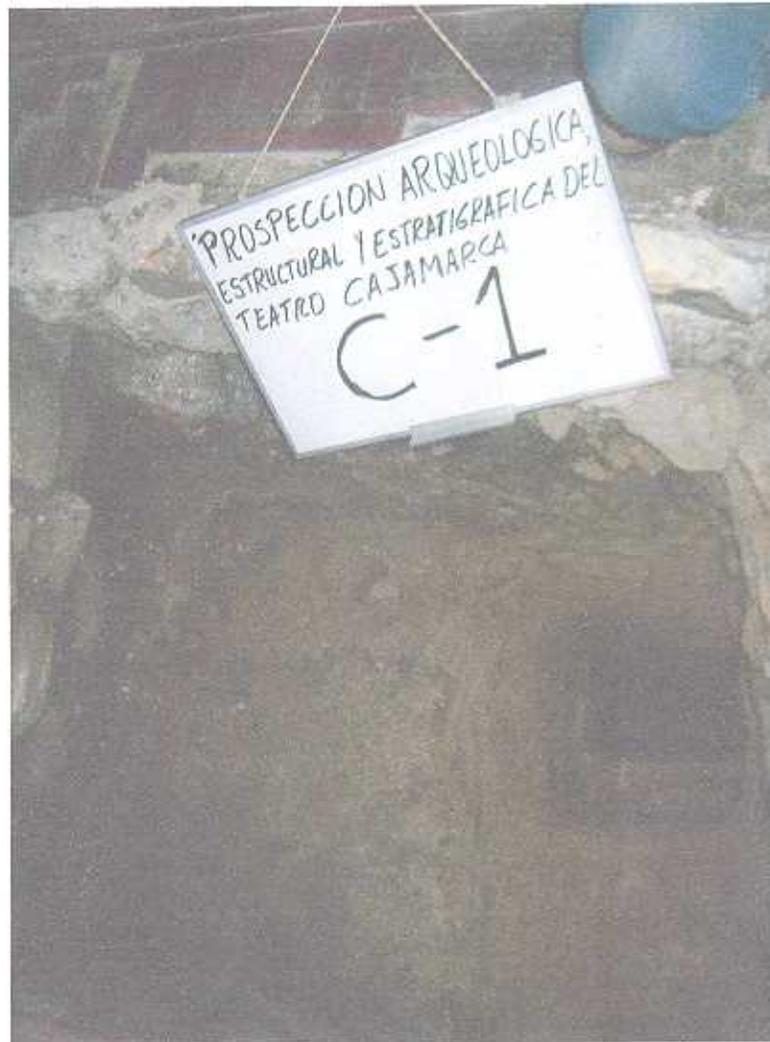
INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. Nº 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES Nº CO 112

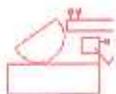
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS



FOTOG Nº 2

Vista de Perfil Estratigráfico de Calicata C - 1

Jose L. Lezama Leiva
.....
Jose L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. CIR. 14061



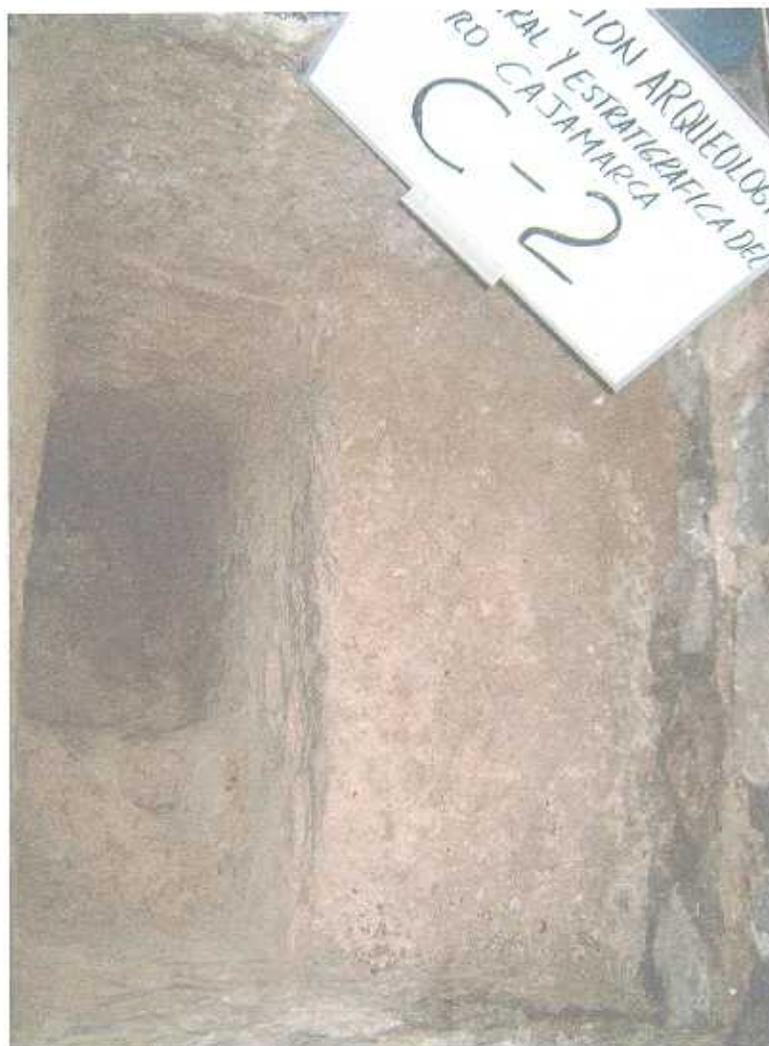
JOSE LEZAMA LEIVA
INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. N° 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES N° CD 112

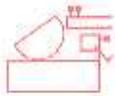
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS



FOTOG N° 4

Vista de Perfil Estratigráfico de Calicata C - 10

.....
José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061



JOSE LEZAMA LEIVA

INGENIERO CIVIL

CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA

REG. C.I.P. Nº 14061 - RUC 10266787711

REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES Nº CO 112

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS



FOTOG Nº 3

Vista de Ubicación de Calicata C – 10

Jose L. Lezama Leiva

José L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14061

ANEXO 07

**ESTUDIOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXION
DE UNIDADES DE ADOBE**



INFORME N° 256/MAY/12

**ESTUDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE
UNIDADES DE ADOBE**

Solicitante : SERLIT SRL

Proyecto : PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA, ESTRUCTURAL Y
ESTRATIGRÁFICA DEL TEATRO CAJAMARCA

Ubicación : Departamento de Cajamarca, provincia de Cajamarca
Teatro Cajamarca, Jirones Apurímac y Junín, en el Centro
Histórico de la ciudad de Cajamarca

MUESTRA:

Muestreo realizado por: Laboratorio de Materiales Cerámicos a 2 puntos de
Muestreo

N° de Probetas : 4

Normativa : Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (ASTM).
Asociación Americana de Carreteras Estatales (AASHTO).
Normas Técnicas de Edificaciones (NTE)
Normas Técnicas Peruanas (NTP).

Supervisor : Ing. Iván Vásquez Alfaro



INFORME N° 256/MAY/12

A. MÉTODO DE MUESTREO EN EL SECTOR DE ESTUDIO

Se desarrolló una guía metodológica basándose en las normas de la Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (ASTM), Asociación Americana de Carreteras Estatales (AASHTO), Normas Técnicas de Edificaciones (NTE) y las Normas Técnicas Peruanas (NTP).

El objetivo del muestreo de suelos es obtener información confiable. Aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo de suelo más grande denominado "población", tales muestras podrán ser o no representativas de la misma, dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas.

Los métodos para el muestreo permitieron la correlación de los datos con propiedades mecánicas, empleando la norma ASTM D 420. Todos los materiales son naturalmente variables: sus propiedades cambian sea por su carga horizontalmente, transversal y verticalmente.

Los procedimientos adecuados de muestreo, permitirán la correlación de los respectivos datos con propiedades. En el muestreo de campo lo primero es realizar el reconocimiento del sector las veces que sean necesarios para seleccionar los puntos de muestreo y verificar el plan de trabajo con el grupo multidisciplinario. Existen tres enfoques básicos para el muestreo: selectivo, sistemático y al azar. El muestreo empleado en el proyecto fue el selectivo, que consiste en escoger sitios muy vulnerables que se transformaran en riesgo para un peligro.

Las muestras de campo, corresponden a pequeñas porciones de la muestra original, basado en la norma ASTM C 702; en la preparación de muestras de campo a tamaños apropiados para los ensayos, se emplearon procedimientos que minimizan la variación en la medición de las características entre las muestras de ensayo y las muestras de campo, la misma que se adaptó a las condiciones propias de nuestra realidad donde se redujo el tamaño de la muestra obtenida en el campo a tamaños convenientes para realizar varios ensayos a fin de describir el material y medir su calidad, de tal manera que la porción



INFORME N° 256/MAY/12

de muestra de ensayo más pequeña no deje de ser representativa de la muestra más grande, así mismo el tamaño de la muestra depende de los ensayos que se vayan a efectuar.

Las condiciones climáticas del muro del sector a evaluar, se registraron por intermedio de equipos digitales de campo como: higrómetro de temperatura 18.9 °C, humedad 52 %.

Para la conservación de las muestras (Fig. 01) deben colocarse en bolsas plásticas, sellarse herméticamente tan pronto como sea posible, está basado en la norma ASTM D 4220, empleada inmediatamente después de obtenidas las muestras en el área de trabajo. Los protocolos de muestreo son descripciones escritas de procedimientos específicos a seguirse en la colección, empaçado, etiquetado, preservación, transporte, almacenamiento y documentación de muestras.



Fig.1. Los protocolos de muestreo después de obtenidas las muestras en el área de trabajo.

i. **Sectores de evaluación de los materiales a evaluar:**

Sectores de muestreo	Muestras de estudio			
	Muestreo	Código de Muestra	Adobe	Piedra
Área del sótano, muestra de adobe del muro sur este	1	ME-01	x	
		ME-02		x
Área de la Platea lateral, muestra de adobe del muro sur oeste	1	ME-03	x	
		ME-04	x	
Total	2	4	3	1

Los **ensayos mecánicos** permitieron emplear el equipo digital ELE 2000 Serie T, se ajustó a la norma **NTE 0.80**



INFORME N° 256/MAY/12

ii. **Materiales que participan en la evaluación del ensayo:**

- El **adobe**, pieza para construcción hecha de una masa de barro, un adobe para presentar un buen comportamiento estructural debe presentar una gradación del suelo a emplear para los conformados de adobe en los siguientes porcentajes: arcilla 10 - 20%, limo 15 - 25% y arena 55 - 70%, es decir dentro de una textura franca arenosa, no debe presentar piedras mayores de 5 mm, ni utilizar suelos orgánicos, estas consideraciones evitan una disminución de su resistencia.
- Los **morteros, enlucidos y pisos** mezclas plásticas obtenidas con un aglomerante como la tierra, arena y agua, que sirven para unir e integran con consistencia variable, tienen la propiedad de poderse moldear, de adherirse fácilmente a otros materiales, de unirlos entre sí, protegerlos, endurecerse y alcanzar resistencias mecánicas considerables.
- La **arena**, conjunto de partículas de rocas disgregadas, se denomina arena al material compuesto de partículas menores a 4.25 m hasta el tamaño mayor de 0.075mm, permitiendo reducir la contracción de los productos.
- **Carga:** Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos.
- **Carga Muerta:** Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.
- **Carga Viva:** Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación.



INFORME N° 256/MAY/12

B. RESISTENCIA MECÁNICA A COMPRESIÓN - FLEXIÓN

Los ensayos mecánicos permitieron emplear el equipo digital ELE 2000 Serie T, se ajustó a la norma NTE 0.80 y estudios preliminares, estableciendo los parámetros: la velocidad de carga continua en unidades de kilo newton por segundos (KN/seg), la separación de los puntos de apoyo en unidades de milímetros (mm²), las dimensiones (mm²), el modo de operación, el tipo de probeta; el equipo proporcionó la fuerza o carga aplicada en unidades de kilo newton (KN) y la resistencia a flexión en unidades de Newton sobre milímetros al cuadrado (N/mm²) en el adobe de superficies planas.

Resistencia mecánica a flexión

El ensayo de **resistencia a flexión** o módulo de rotura, se realizó bajo tres fuerzas en un mismo adobe hasta su falla (Fig. 2), estas cargas se subdividen en una fuerza: en la cara superior de la sección de mayor área y dos en la parte inferior; en la sección de mayor área se realizó un tratamiento superficial para disminuir su rugosidad (Tablas 1 y 2).



Fig. 2. Equipos de medición de la resistencia mecánica a flexión del adobe.

Sectores de muestreo	N° de Muestra	Dimensiones promedio (mm)			Spam A (mm)	Velocidad de carga (KN/seg)	Posición de ubicación
		Largo	Ancho	Altura			
Área del sótano, muestra de adobe del muro sur este	ME-1	452	186	85	271	0.020	soga
Área de la Platea lateral, muestra de adobe del muro sur oeste	ME-3	320	81	77	192		

Tabla 1. Parámetros de la resistencia mecánica a flexión del adobe.

Resistencia a flexión en tres puntos



INFORME N° 256/MAY/12

Sector de muestreo	Muestra	N° de Muestra	Resultados	
			Fuerza (KN)	Rf (Kg/ cm ²)
Área del sótano, muestra de adobe del muro sur este	Adobe	ME-1	0.23	2.26
Área de la Platea lateral, muestra de adobe del muro sur oeste	Adobe	ME-3	0.09	0.89

Tabla 2. Resultados de la resistencia mecánica a flexión del adobe.

C. RESISTENCIA MECÁNICA A COMPRESIÓN

La **resistencia compresiva** es la carga axial generada para comprimir un cuerpo hasta su fractura (Fig. 3). El ensayo se realizó bajo dos cargas de compresión en un adobe hasta su corte, estas cargas se subdividen en una fuerza en la cara superior de la sección de mayor área y una en la parte inferior, simulando el adobe en un muro estructural, bajo cargas dispersas en diferentes direcciones. Se empleó una proporción sólida producto de la rotura en el ensayo a la flexión (Tablas 3 y 4).



Fig. 3. Equipos de medición de la resistencia mecánica a compresiva.

Sector de muestreo	N° de Muestra	Dimensiones (mm)			Velocidad de carga (KN/sec)	Posición de ubicación
		Largo	Ancho	Altura		
Área del sótano, muestra de adobe del muro sur este	ME-1-B	165	186	85	0.050	soga
	ME-1-A	215	186	85		
	ME-2-A	147	147	30		
Área de la Platea lateral, muestra de adobe del muro sur oeste	ME-3-A	234	81	77		
	ME-4-A	166	100	75		

Tabla 3. Parámetros de la resistencia mecánica a compresión del adobe.



INFORME N° 256/MAY/12

Sector de muestreo	Muestra	N° de Muestra	Resistencia a compresión	
			Fuerza (KN)	Rc (Kg/ cm ²)
Área del sótano, muestra de adobe del muro sur este	Adobe	ME-1-B	28.70	9.52
	Adobe	ME-1-A	196.50	51.28
	Piedra	ME-2-A	5.80	1.51
Área de la Platea lateral, muestra de adobe del muro sur oeste	Adobe	ME-4-A	125.20	76.86

Tabla 4. Resultados de la resistencia mecánica a compresión del adobe.

CONCLUSIONES

1. Los estudios concluyen en adobe del muro sur-este, en el nivel de sótano colindante con el pasaje Atahualpa, presentó un rango de resistencia a la compresión variado, con un 10 Kg/ cm² y 51 Kg/ cm² en el adobe mayor a la resistencia compresiva del primer nivel en el muro oeste, paralelo a la edificación colindante, con un nivel de resistencia de 76 Kg/ cm². El valor mínimo aceptable es de 12 kg/ cm².
2. Los estudios concluyen en que el nivel de sótano en el muro sur-este, colindante con el pasaje Atahualpa presentó un rango de resistencia a la flexión con un 2.26 Kg/ cm² en el adobe, mayor a la resistencia a la flexión del primer nivel en el muro oeste, paralelo a la edificación colindante, presentando un valor de 0.89 Kg/ cm². El valor mínimo aceptable es de 2 kg/ cm². El nivel de la platea supera ligeramente el límite, mientras que el sótano presenta un nivel inferior.
3. Los adobes del primer nivel de la platea presentan mayor resistencia a compresión que las muestras del sótano, sin embargo los adobes analizados del primer nivel presentan menor resistencia a flexión que las muestras del sótano.
4. Los dos sectores de muestreo analizados, presentan diferencias en los resultados de compresión y flexión del adobe, por lo que es necesario complementar el presente estudio, tomando un número mayor de muestras, de ser posible en cada muro de la edificación a intervenir, para tener resultados precisos por cada sector.
5. La piedra analizada de la cimentación del muro del sótano, presenta una resistencia a la compresión de 2 Kg/ cm², es una roca traquita volcánica, de



INFORME N° 256/MAY/12

composición similar al suelo de fundación, cuyas características no son recomendables para la cimentación por su permeabilidad de la humedad

RECOMENDACIONES

1. Para futuros trabajos de restauración del inmueble, se deberá complementar el presente análisis, tomando como mínimo 20 muestras de adobe, haciendo mediciones repetitivas de diversos sectores de la estructura con la finalidad de tomar un análisis específico de cada elemento. Esto es debido a que los resultados son variables dependiendo de diversos factores, tales como límite plástico, sedimentación, porosidad, absorción del agua, densidad, análisis granulométrico, cloruros, humedad aparente, caracterización de la muestra, pH y material orgánico.
2. Estos estudios futuros deberán relacionar los ensayos mecánicos de compresión efectuados (capacidad de soportar una resistencia o carga por aplastamiento); con las propiedades que se relacionan son la porosidad (indicativo de la presencia de espacios vacíos dentro de un cuerpo sólido), esta cavidad puede absorber y alojar a un cristal de sal o agua física; por tanto se deberá evaluar que a mayor cantidad de defectos por espacios, mayor absorción y menor densidad tendrá el material; la densidad (relación entre el volumen y el peso de la muestra que tienen unas dimensiones) y una prominencia que depende de la textura del suelo que la conforma. Otro ensayo importante es la humedad, (que se retiene del medio circundante y se libera por comportamiento higroscópico de los suelos), esta manifestación de vulnerabilidad se observa en las estructuras de tierra, por el crecimiento de grietas por fatiga de una serie de dilatación y contracción, así mismo las sales aceleran la corrosión de las estructuras de adobe.

ANEXO 08

- a. FICHA DE EVALUACION DE DAÑOS**
- b. EXPLICACIÓN PARA EL LLENADO DE LA FICHA DE
EVALUACIÓN DE DAÑOS PARA EDIFICACIONES DE ADOBE.**



**RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS
VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO
FICHA DE ENCUESTA**

Tipo de edificación: **Pública**
 Tipo de sistema estructural: **Adobe**

A- ANTECEDENTES

Departamento : CAJAMARCA Provincia : CAJAMARCA
 Distrito : CAJAMARCA Dirección JR. APURÍMAC Nº 590-596,
 Dirección técnica en el diseño:
 Dirección técnica en la construcción:
 Pisos construídos: **2** Pisos proyectados: **2** Antigüedad de la edificación: **102** años
 Peligros naturales potenciales que afectan la edificación: Fuertes lluvias de la zona, sismos
 Topografía y geotécnia: **Media**
 Estado de la edificación: **En regular estado**

B.- ASPECTOS TÉCNICOS

Elementos de la edificación:

Elementos	Características
Cimientos	Cimentación corrida (con piedra)
Sobrecimiento	Con Piedra
Muros	Adobe
Contrafuertes	Adobe
Techo	madera de eucalipto con cobertura de calamina
Columnas	No tiene
Vigas	de madera
Otros	falso piso de concreto, pisos: de madera marchihembrada, ceramica, cemento pulido

Deficiencias de la estructura:

PROBLEMAS DE UBICACIÓN	PROBLEMAS ESTRUCTURALES
<input checked="" type="checkbox"/> Edificación sobre suelo de relleno	<input checked="" type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada
<input type="checkbox"/> Edificación sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o concreto
<input type="checkbox"/> Edificación con asentamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismo
<input checked="" type="checkbox"/> Edificación en pendiente	<input checked="" type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/> Otros:	<input type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo
	<input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS	<input checked="" type="checkbox"/> Torsión en planta
<input checked="" type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Edificación sin junta sísmica
<input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas	<input type="checkbox"/> Otros:
<input type="checkbox"/> Combinación de ladrillo con adobe o tapial en muros	
<input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica	MANO DE OBRA
<input checked="" type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral	<input type="checkbox"/> Buena <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mala
<input checked="" type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad	OTROS
<input type="checkbox"/> Otros:	

C.- PELIGROS NATURALES POTENCIALES

<input checked="" type="checkbox"/> Sismos	<input checked="" type="checkbox"/> Lluvia	<input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Huayco	<input type="checkbox"/> Viento	
<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Inundación	

D.- OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

La edificación por su antigüedad (102 años), fue constringida sin considerar el Reglamento Nacional de edificaciones, en sus acapites: Sismoresistente Norma E-030, Estructuras de adobe Norma E-80, Suelos, Cimentaciones Norma E-050 y Arquitectura Norma A-140.



RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO

FICHA DE REPORTE

Análisis por sismo (H=SUCP; U=1.3)

Nº de Pisos= 2 S= 1.2 C= 0.2 S: Factor de suelo 1.2, por ser suelo intermedio o blando
 C :<Cohesiviente sísmico, zona 3, valor de la tabla E 080

Peso prom.xm² (muros de e=0.4m- 0.8 m) = 16 kN/m² vm= 24 kPa v/m: corte de albañilería

Área en planta Ap	Peso prom. por área	Cort. Basal H=SUCP	Área de muros Existente Ae	Relación Requerida Ar	Relación Ae / Ar	Resultado
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adim.	
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
98.5	16	983.4	22.3	31.5	0.71	Verif. muros
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
98.5	16	983.4	17.3	31.5	0.55	Inadecuada

Am/Ar > 1,0 densidad adecuada
Am/Ar < 0,6 densidad inadecuada

Nota. En caso de tener una relación 0,6 < Am/Ar < 1,0 se tendrá que calcular el esfuerzo de corte de algunos muros y verificar con el esfuerzo a corte admisible 24 kPa es el valor de esfuerzo cortante de la norma

Tabla de verificación de muro a corte

Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo Sísmico a Corte kPa	Esfuerzo Admisible vadm=24 kPa
	e	L	A trib.	Peso		
	m	m	m ²	kN		
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
M1X	0.70	2.04	5.10	163.20	27.4	Inadecuado
M2X	0.70	2.00	5.75	184.00	31.5	Inadecuado
M4X	0.70	2.08	4.43	141.76	23.4	OK
M5X	0.70	2.21	4.41	141.12	21.9	OK
M6X	0.70	5.21	8.51	272.32	17.9	OK
M9X	0.70	5.90	12.86	411.52	23.9	OK
M12X	0.70	7.67	17.50	560.00	25.0	Inadecuado
M13X	0.70	2.37	7.10	227.20	32.9	Inadecuado
M14X	0.70	2.37	7.18	229.76	33.2	Inadecuado
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
M3Y	0.70	4.63	29.20	934.40	69.2	Inadecuado
M10Y	0.70	4.25	22.58	722.56	58.3	Inadecuado
M11Y	0.70	3.14	22.58	722.56	78.9	Inadecuado
M24Y	0.70	6.22	9.71	310.72	17.1	OK
M25Y	0.70	6.42	9.78	312.96	16.7	OK

Estabilidad de los muros al volteo

Peso volumétrico del muro= 16 kN/m³ Z= 0.4

Muro de muro	Identific.	a<b			Lados Arriostros	Factores		Valor m	M. Actuante 0.8ZC1mPa ²	Mresist 6.667t ²	Resultado Ma/Mr
		a	b	t		P	C1				
		m	m	m		kN/m ²	adim.	adim.	kN-m/m	kN-m/m	Adim.
Tabique	m17	3.30	9.42	0.70	3	11.2	0.9	0.133	4.68	3.27	Inestable
Tabique	m22	3.30	9.42	0.70	3	11.2	0.9	0.133	4.68	3.27	Inestable

Nota: los valores de m fueron ajustados a una función y=a ln(x+b)+c, según la gráfica original de Timoshenko y Woinosky-Krieger

Factores influyentes para el riesgo sísmico									
Vulnerabilidad					Peligro				
Estructural			No estructural		Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente
Densidad		Mano de obra y materiales			Tabiquería				
Adecuada		Buena calidad			Tdos estables		Baja	Rígido	Plana
Acceptable		Regular calidad			Algunos estables		Media	Intermedio	Media X
Inadecuada	X	Mala calidad			Todos inestables		Alta X	Flexible X	Pronunciada
Vulnerabilidad					Alta		Peligro		Alto

Calificación

Riesgo sísmico

Alto

Diagnóstico:

La edificación presenta en ambos ejes (x e y) densidad de muros inadecuada, con esfuerzos a corte inadecuado, muros al volteo inestables, la tabiqueia presenta inestabilidad al volteo; por lo que se concluye que presenta una vulnerabilidad alta.

La edificación se encuentra ubicada en: una zona de sismicidad alta, suelo flexible y una topografía media; por lo que concluye que el peligro sísmico es alto.

Teniendo como resultados que la vulnerabilidad y peligro sísmico son altos, podemos concluir que la edificación presenta un riesgo sísmico alto. Además las lluvias que se presentan en la zona, provocan humedecimiento en los muros en forma constante, reduciendo su calidad estructural

Recomendaciones

La edificación en estudio esta declarada como patrimonio cultural, por lo tanto es necesario la realización de estudios especiales para recomendar su reforzamiento, para evitar maltratar y deteriorar el patrimonio.

Debería reforzarse los muros con malla electrosoldada a ambos lados (internamente y externamente), para aumentar su resistencia

Fig. 4.08.a. Ficha de reporte

RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO						
FICHA DE REPORTE						
						
Análisis por sismo (H=SUCP; U=1.3)						
Nº de Pisos=	1	S=	1.2	C=	0.2	S: Factor de suelo 1.2, por ser suelo intermedio o blando
o prom.x m ² (muros de e=0.4m- 0.8 m) =	16	kN/m ²	vm=	24	kPa	C : <Cohesiviente sísmico, zona 3, valor de la tabla E 080
Área en planta Ap	Peso prom. por área	Cort. Basal H=SUCP	Área de muros		Relación Ae / Ar	Resultado
m ²	kN/m ²	kN	Existente Ae Reporte 01.2	Requerida Ar m ²	Adim.	
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
98.5	16	491.7	29.98	15.8	1.90	Adecuada
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
98.5	16	491.7	10.15	15.8	0.64	Verif. muros
Tabla de verificación de muro a corte						
Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo Sísmico a Corte	Esfuerzo Admisible
	e m	L m	A trib. m ²	Peso kN	kPa	vadm=24 kPa
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
M15X	0.70	18.63	153.77	2460.32	45.3	Inadecuado
M16X	0.70	1.85	21.19	339.04	62.8	Inadecuado
M23X	0.70	22.35	170.96	2735.36	42.0	Inadecuado
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
M17Y	0.70	1.85	36.58	585.28	108.5	Inadecuado
M22Y	0.70	1.84	32.64	522.24	97.3	Inadecuado
M18Y	0.70	2.38	15.68	250.88	36.1	Inadecuado
M19Y	0.70	3.02	22.03	352.48	40.0	Inadecuado
M20Y	0.70	2.98	20.53	328.48	37.8	Inadecuado
M21Y	0.70	2.43	12.60	201.60	28.4	Inadecuado

Fig. 4.08.b. Ficha de reporte

PLANOS DE LA EDIFICACION

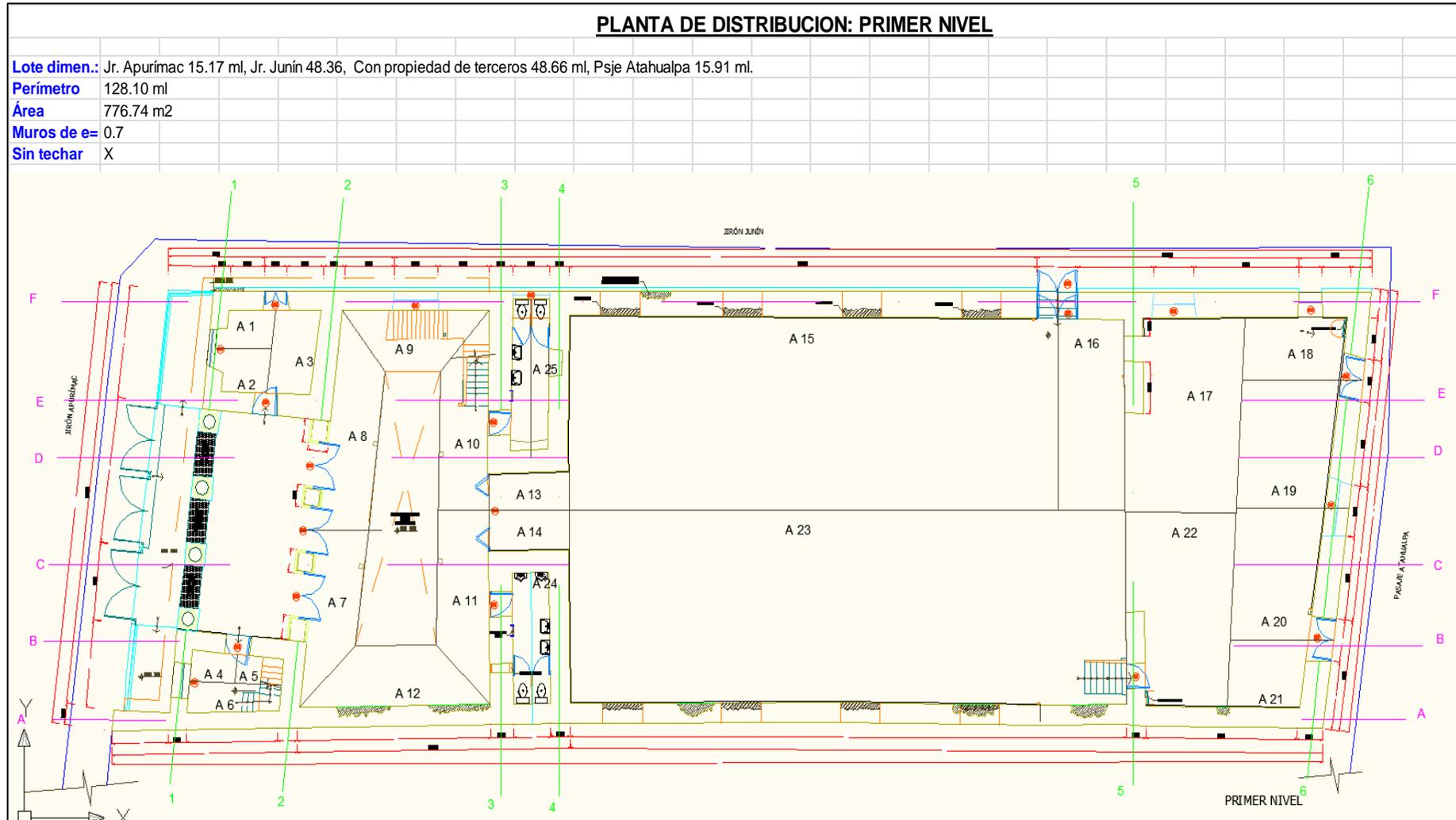


Fig. 4.08.c. Ficha de reporte

PLANTA DE DISTRIBUCION: SEGUNDO NIVEL

Lote dimen. Jr. Apurímac 15.17 ml, Jr. Junín 48.36, Con propiedad de terceros 48.66 ml, Psje Atahualpa 15.91 ml.

Perímetro 128.10 ml

Área 776.74 m²

Muros de: 0.7

Sin techar X

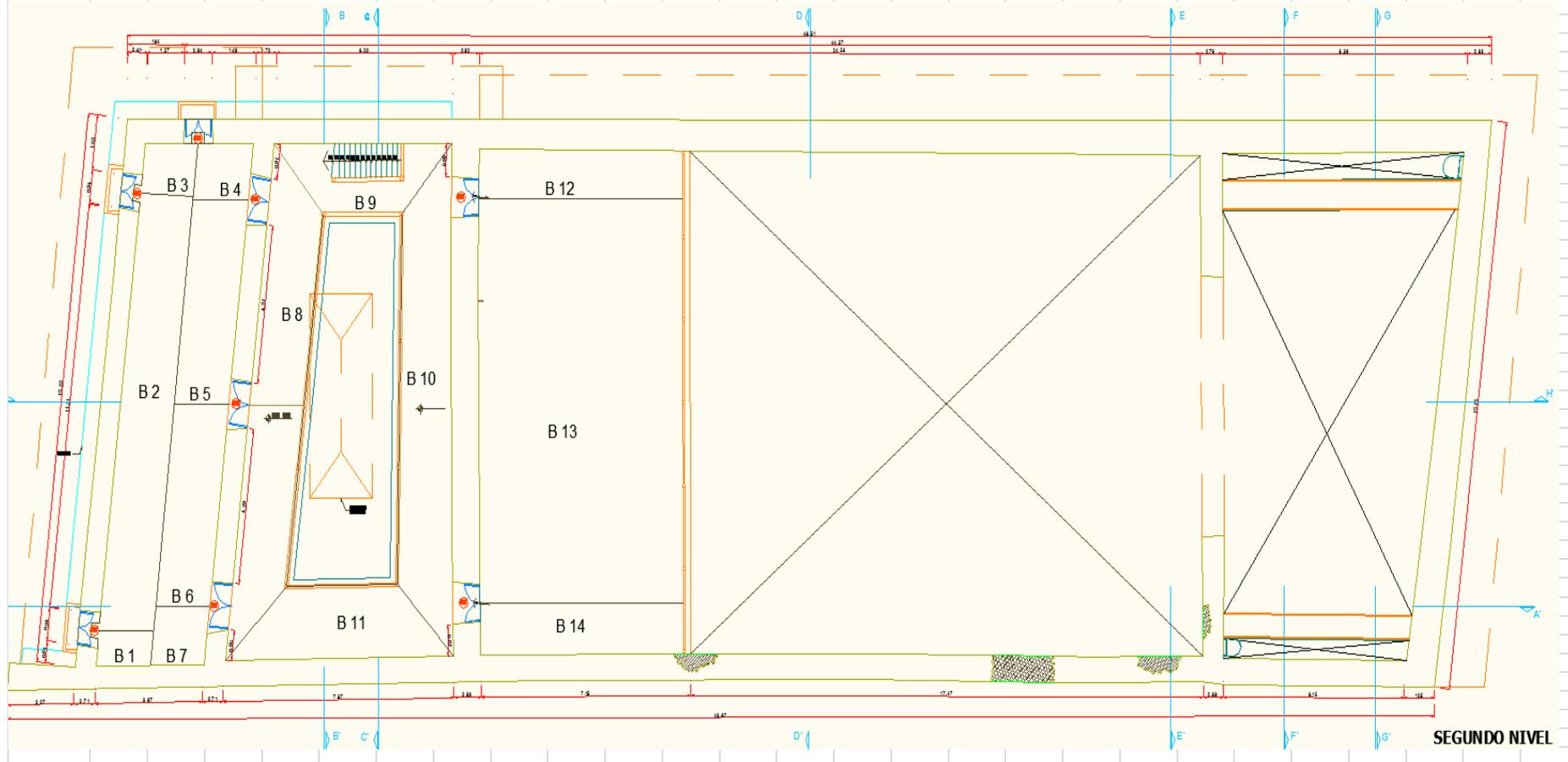


Fig. 4.08.d. Ficha de reporte

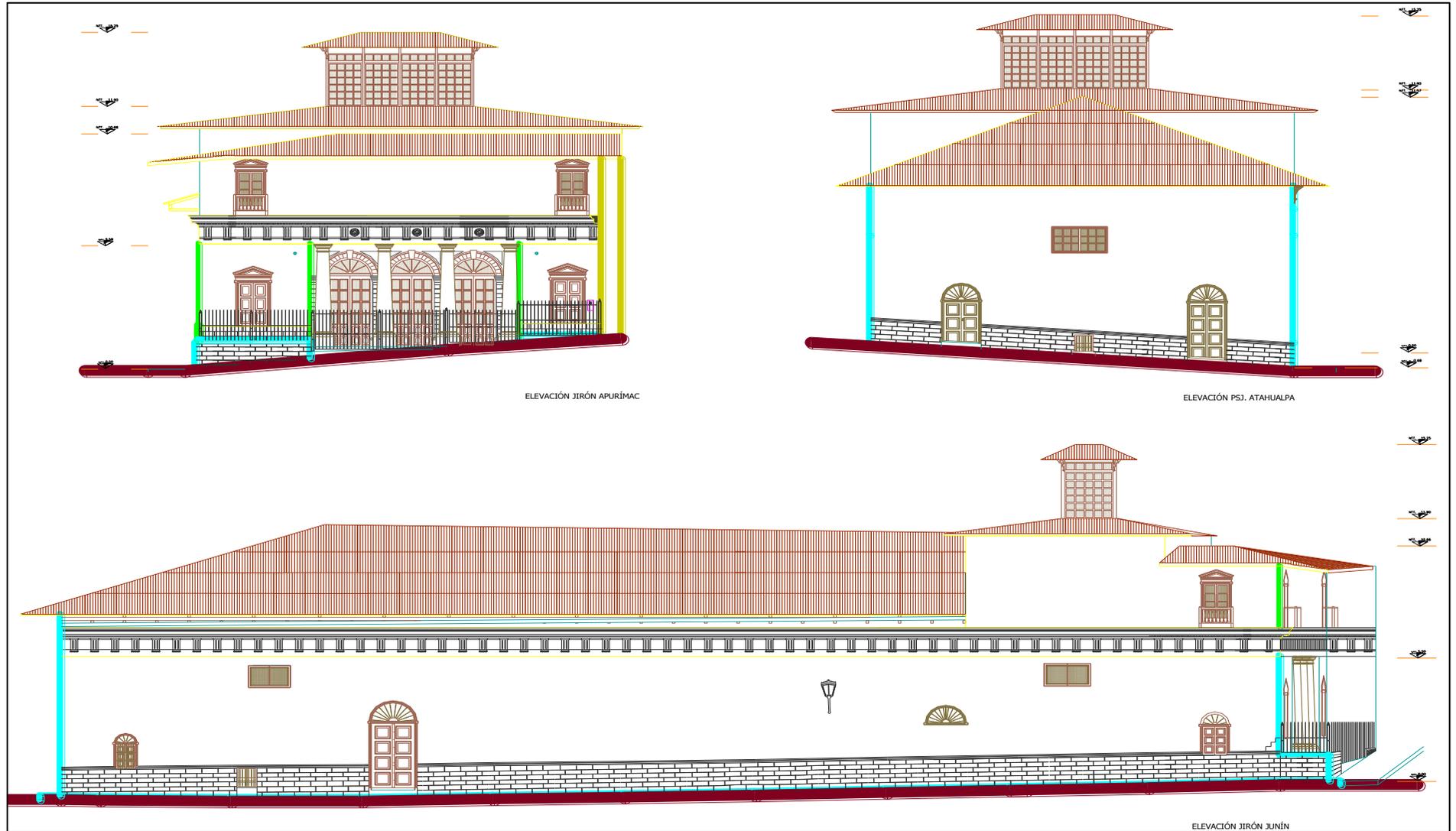
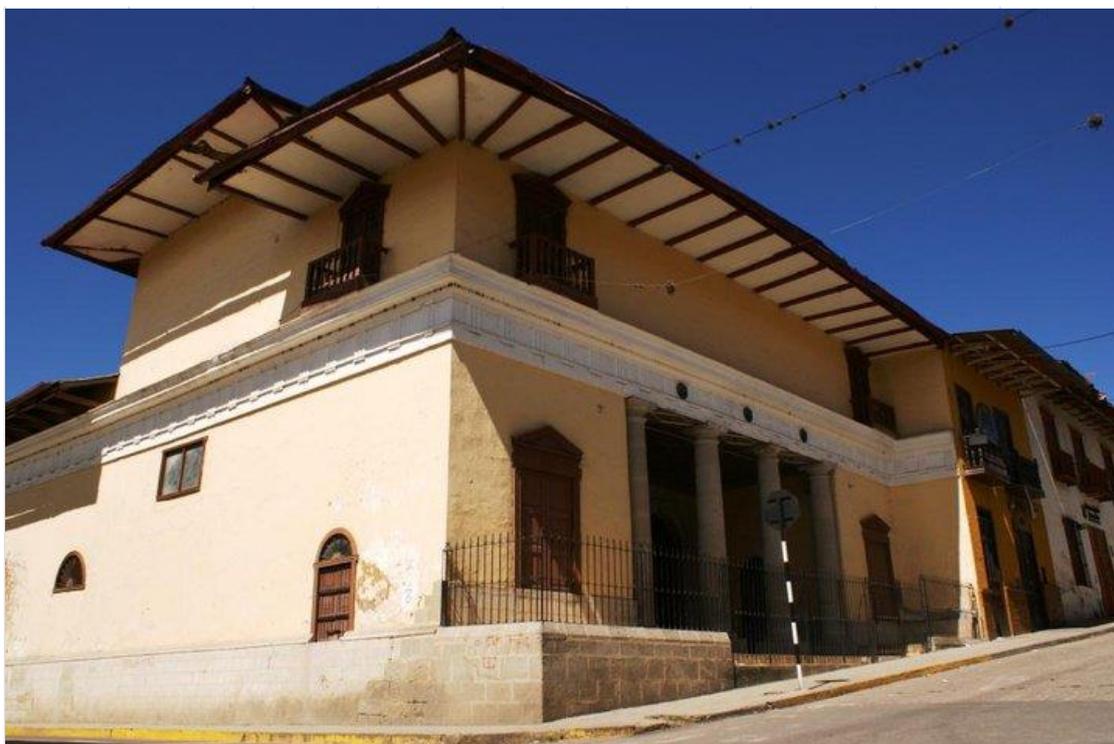


Fig. 4.08.e. Ficha de reporte



Fotografía 1: Fachadas jr. Apurmac y jr. Junín



Fotografía 2: Fachada Principal Jr. Apurimac

Fig. 4.08.f. Ficha de reporte



Fotografía 3: Fachada lateral Jr. Junín y Psje Atahualpa



Fotografía 4: Fachada Jr. Junin, Grieta en el zócalo de piedra y muro de adobe

Fig. 4.08.g. Ficha de reporte



Fotografía 5: Fachada Psje atahualpa grieta entre muro y vereda



Fotografía 6: Fachada Jr. Junin fisura en muro

Fig. 4.06.h. Ficha de reporte

EXPLICACIÓN PARA EL LLENADO DE LA FICHA DE EVALUACION DE DAÑOS (FICHA DE ENCUESTA Y FICHA DE REPORTE) PARA EDIFICACIONES DE ADOBE

La metodología de cálculo ha sido tomada de Tarque N y Mosqueira (2005), para la evaluación de riesgo sísmico y cuyos lineamientos nos han permitido elaborar la Ficha de Evaluación de Daños para determinar el riesgo sísmico para edificaciones de adobe.

LLENADO DE LA FICHA DE ENCUESTA

La ficha de encuesta, es un documento elaborado en hojas de cálculo de MS Excel que sirve para anotar información de las características arquitectónicas, estructurales y constructivas de las edificaciones de adobe de hasta dos pisos. La ficha consta de una página, en la cual se anotan datos: de la edificación, antecedentes, aspectos técnicos (elementos de la edificación, deficiencias de la estructura, problemas de ubicación, problemas estructurales, problemas constructivos), peligros naturales potenciales, observaciones y comentarios.

ANTECEDENTES

Se describe la ubicación de la edificación, número de pisos construidos (hasta 2 pisos), antigüedad de la edificación, peligros naturales potenciales que han afectado la zona donde está construida la edificación

En topografía y geotecnia se especifica la fisiografía de la zona y el tipo de suelo sobre el que está construida la edificación. El estado de la edificación se refiere a la descripción general de cómo se encuentra la edificación actualmente, qué defectos generales presenta y en qué etapa de construcción se ha paralizado la vivienda. (Ver figura N° 1).

 RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO FICHA DE ENCUESTA	
Tipo de edificación:	Pública
Tipo de sistema estructural:	Adobe
A- ANTECEDENTES	
Departamento :	CAJAMARCA
Provincia :	CAJAMARCA
Distrito :	CAJAMARCA
Dirección	JR. APURÍMAC N° 590-596,
Dirección técnica en el diseño:	
Dirección técnica en la construcción:	
Pisos construidos:	2
Pisos proyectados:	2
Antigüedad de la edificación:	102 años
Peligros naturales potenciales que afectan la edificación:	Fuertes lluvias de la zona, sismos
Topografía y geotecnia:	Media
Estado de la edificación:	En regular estado

Figura N°1.

ASPECTOS TÉCNICOS

Elementos de la edificación

Se describen los tipos de materiales y las medidas de los elementos estructurales de la edificación. Especificando en lo posible características de los materiales y describiendo las probables deficiencias observadas en los elementos estructurales, por ejemplo cimientos corridos con piedra, sobrecimientos con piedra, muros de adobe, contrafuertes de adobe, techos madera de eucalipto con cobertura de calamina, columnas no tiene, vigas de madera, otros tales como el falso piso de concreto, pisos de madera machihembrada, cerámica, cemento pulido. (Ver figura N° 2).

B.- ASPECTOS TÉCNICOS	
Elementos de la edificación:	
Elementos	Características
Cimientos	Cimentación corrida (con piedra)
Sobrecimiento	Con Piedra
Muros	Adobe
Contrafuertes	Adobe
Techo	madera de eucalipto con cobertura de calamina
Columnas	No tiene
Vigas	de madera
Otros	falso piso de concreto, pisos: de madera machihembrada, ceramica, cemento pulido

Figura N° 2.

Deficiencias de la estructura

En esta parte se han agrupado los problemas que pueden tener la edificación. Estos problemas están referidos a problemas de ubicación de la edificación, a los problemas constructivos y estructurales, y a la calidad de mano de obra que tuvo la construcción. (Ver figura N° 3).

Deficiencias de la estructura:	
PROBLEMAS DE UBICACIÓN	PROBLEMAS ESTRUCTURALES
<input checked="" type="checkbox"/> Edificación sobre suelo de relleno	<input checked="" type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada
<input type="checkbox"/> Edificación sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o concreto
<input type="checkbox"/> Edificación con asentamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismo
<input checked="" type="checkbox"/> Edificación en pendiente	<input checked="" type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/> Otros:	<input type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo
	<input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS	<input checked="" type="checkbox"/> Torsión en planta
<input checked="" type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Edificación sin junta sísmica
<input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas	<input type="checkbox"/> Otros:
<input type="checkbox"/> Combinación de ladrillo con adobe o tapial en muros	
<input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica	MANO DE OBRA
<input checked="" type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral	<input type="checkbox"/> Buena <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mala
<input checked="" type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad	OTROS
<input type="checkbox"/> Otros:	

Figura N° 3.

PELIGROS NATURALES POTENCIALES

Se realiza las anotaciones de acuerdo a los datos históricos de acuerdo a la zona en donde está ubicada la edificación.

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

Se explica con mayor detalle cómo la edificación puede ser afectada por los peligros naturales potenciales a los que está expuesta, así mismo, describe alguna característica importante que no consideren en otros ítems (Ver figura N° 4).

C.- PELIGROS NATURALES POTENCIALES					
<input checked="" type="checkbox"/>	Sismos	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluvia	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	Huayco	<input type="checkbox"/>	Viento		
<input type="checkbox"/>	Deslizamiento	<input type="checkbox"/>	Inundación		
D.- OBSERVACIONES Y COMENTARIOS					
La edificación por su antigüedad (102 años), fue constrida sin considerar el Reglamento Nacional de edificaciones, en sus acapites: Sismoresistente Norma E-030, Estructuras de adobe Norma E-80, Suelos, Cimentaciones Norma E-050 y Arquitectura Norma A-140.					

Figura N° 4.

LLENADO DE LA FICHA DE REPORTE

La ficha de reporte son hojas de cálculo, en donde se deben de analizar los datos a ingresar de manera ordenada y detallada según el tipo de edificación en estudio, características arquitectónicas, estructurales y constructivas.

En la ficha de reporte se realizan los cálculos para analizar la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de la edificación encuestada. Es necesario mencionar que la calificación del riesgo sísmico es exclusivamente para edificaciones autoconstruidas.

La ficha de reporte consta de 08 páginas. En la primera y segunda página (primer y segundo piso), son hojas de cálculo de MS Excel, se calcula el análisis por sismo, verificación de muros a corte, la estabilidad al volteo de los muros, se calcula los factores influyentes para el riesgo sísmico, se obtiene la calificación del riesgo sísmico; así mismo se realiza el diagnóstico de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico y se da recomendaciones. En la tercera, cuarta y quinta página, se presentan los esquemas de la edificación (plantas y elevaciones). En la sexta, séptima y octava, se presenta un conjunto de fotografías que muestran las fachadas de la edificación y los problemas más resaltantes.

La vulnerabilidad sísmica está en función a la vulnerabilidad estructural y a la vulnerabilidad no estructural. En la primera se analiza la densidad de muros del primer y segundo piso en cada dirección, la calidad de mano de obra y materiales. En la segunda se analiza la estabilidad de tabiques, parapetos y cercos.

Análisis por sismos

Para el cálculo que se realiza en la hoja Excel, el usuario solo necesita cambiar la información que aparece en color azul.

Para determinar si una edificación tiene adecuada densidad de muros, se establece la comparación entre el área existente de muros y el área requerida. A diferencia de los muros de albañilería, en muros de adobe no existe limitación de longitud de muros ya que

estos trabajan independientemente y no hay una transferencia de fuerza sísmica del diafragma hacia el muro. El área requerida (A_r) para muros de adobe o tapial se obtiene de la ecuación

$$A_r \approx \frac{S \cdot C \cdot w \cdot N \cdot A_p}{v'm} \quad (\text{Para adobe})$$

Esta expresión se basa en el cortante sísmico estipulado en la Norma de Adobe:
 $H=S.U.C.P$

A_r expresado en m^2

S : factor de suelo (NTE E.080). Ver tabla N° 1

C : coeficiente sísmico (NTE E.080). Ver figura N° 5.

w : peso promedio por área (KN/m²). En adobes de 0.4m @ 0.8m, w=16 kN/m²

N : número de pisos

A_p : área total techada (m²)

$v'm$: esfuerzo a corte en ensayo de compresión diagonal de muretes.

Tabla N° 1. Resumen de factores (elab. Propia)

Factor	Descripción	Valor
S	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible	1,2
U	Colegios, Postas Médicas, Locales Comunales, Locales Públicos	1,3
C	Zona sísmica 3	0.20



Figura N° 5. Coeficiente sísmico para el Perú.

En general, en edificaciones de adobe o tapial, los muros del primer nivel continúan en el segundo nivel, es por eso que el área en planta (A_p), debería ser la misma en el segundo nivel.

La expresión del área requerida (A_r), ha sido desarrollada para un esfuerzo admisible a corte de 24 kPa.

RIESGO SISMICO DEL TEATRO CAJAMARCA AL AÑO 2014, EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO SISMICO						
FICHA DE REPORTE						
						
Análisis por sismo (H=SUCP: U=1.3)						
Nº de Pisos=	2	S=	1.2	C=	0.2	S: Factor de suelo 1.2, por ser suelo intermedio o blando
Peso prom.xm ² (muros de e=0.4m- 0.8 m) =	16	Área de muros		vm=	24	C :-Coeficiente sísmico, zona 3, valor de la tabla E 080
Área en planta	por área	Cort. Basal	Existente Ae	Requerida Ar	Relación	vm: corte de albañilería
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adim.	Am/Ar > 1,0 densidad adecuada
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
98.5	16	983.4	22.3	31.5	0.71	Am/Ar < 0.6 densidad inadecuada
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
98.5	16	983.4	17.3	31.5	0.55	Nota. En caso de tener una relación 0,6 < Am/Ar < 1,0 se tendrá que calcular el esfuerzo de corte de algunos muros y verificar con el esfuerzo a corte admisible 24 kPa es el valor de esfuerzo cortante de la norma
						Verif. muros
						Inadecuada

Figura N° 6

En la figura N° 6 solo deben ingresar datos en las celdas que tengan color azul. El peso promedio por metro cuadrado de adobe ha sido calculado para espesores de 0.4m @ 0.8m (16 kN/m²), pero para espesores diferentes a estos, se tendrá que hacer un metrado para poder determinar el peso promedio. Como se observa en la Figura N° 6 el v_m del adobe es 24 kPa.

De los posibles resultados de A_e/A_r se establece:

$A_e/A_r < 0,6$ vivienda con densidad de muros inadecuada

$A_e/A_r > 1,0$ vivienda con densidad de muros adecuada

$0,6 \leq A_e/A_r \leq 1$ entonces será necesario realizar una verificación de algunos muros a corte

Verificación de muros a corte

Como se mencionó anteriormente, el esfuerzo admisible para adobe es 24 kPa, para un valor mínimo. Tal como se muestra en la figura N° 7, solo se ingresa las celdas de color azul, en el área tributaria ($A_{trib.}$), se ingresa el valor del área que carga el muro.

Tabla de verificación de muro a corte						
Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo Sísmico a Corte kPa	Esfuerzo Admisible vadm=24 kPa
	e m	L m	A trib. m ²	Peso kN		
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "X")						
M1X	0.70	2.04	5.10	163.20	27.4	Inadecuado
M2X	0.70	2.00	5.75	184.00	31.5	Inadecuado
M4X	0.70	2.08	4.43	141.76	23.4	OK
M5X	0.70	2.21	4.41	141.12	21.9	OK
M6X	0.70	5.21	8.51	272.32	17.9	OK
M9X	0.70	5.90	12.86	411.52	23.9	OK
M12X	0.70	7.67	17.50	560.00	25.0	Inadecuado
M13X	0.70	2.37	7.10	227.20	32.9	Inadecuado
M14X	0.70	2.37	7.18	229.76	33.2	Inadecuado
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")						
M3Y	0.70	4.63	29.20	934.40	69.2	Inadecuado
M10Y	0.70	4.25	22.58	722.56	58.3	Inadecuado
M11Y	0.70	3.14	22.58	722.56	78.9	Inadecuado
M24Y	0.70	6.22	9.71	310.72	17.1	OK
M25Y	0.70	6.42	9.78	312.96	16.7	OK

Figura N° 7.

Estabilidad de muros al volteo

Se realiza solo una comparación entre el momento resistente (M_r) y el momento actuante (M_a) que soportan los tabiques, parapetos y cercos debido a cargas perpendiculares a sus planos. Cabe recalcar que se está utilizando la ecuación de la propuesta de norma E.080 de albañilería. Además, $a < b$ siempre, los valores de “m”, para diferentes condiciones de borde ya han sido ajustadas a curvas logarítmicas.

De la relación M_a/M_r se reduce a si el muro en análisis es estable o inestable (ver figura N° 8).

Estabilidad de los muros al volteo											
Peso volumétrico del muro=		16	kN/m ³		Z=		0.4				
Muro	Identific. de muro	a<b			Lados Arriostados	Factores		Valor m	M. Actuante 0.8ZC ¹ mPa ²	Mresist 6,667t ²	Resultado Ma/Mr
		a	b	t		P	C1				
		m	m	m		kN/m ²	adim.	adim.	kN-m/m	kN-m/m	Adim.
Tabique	m17	3.30	9.42	0.70	3	11.2	0.9	0.133	4.68	3.27	Inestable
Tabique	m22	3.30	9.42	0.70	3	11.2	0.9	0.133	4.68	3.27	Inestable

Figura N° 8.

RIESGO SÍSMICO DE LA EDIFICACION

La **vulnerabilidad estructural** está en función a los siguientes parámetros: la densidad de muros (con incidencia del 60%), la calidad de mano de obra y la calidad de materiales (con incidencia del 30%). La **vulnerabilidad no estructural** está en función a un solo parámetro: la estabilidad de muros al volteo (con incidencia del 10%) para el caso de tabiques y parapetos. Ver figura 9. En la celda respectiva solo se debe colocar una “x”.

Vulnerabilidad					
Estructural			No estructural		
Densidad		Mano de obra y materiales		Tabiquería	
Adecuada		Buena calidad		Tdos estables	
Aceptable		Regular calidad		X	Algunos estables
Inacecuada	X	Mala calidad		Todos inestables	X

Figura N° 9.

La **evaluación del peligro sísmico** está en función a los siguientes parámetros: la sismicidad (con incidencia 40%), tipo de suelo (con incidencia 40%), y la topografía y pendiente (con incidencia 10%) de las zonas donde están ubicada la edificación (Ver figura 10).

La evaluación de la sismicidad y del tipo de suelo tiene relación directa con los valores de factor de zona (Z) y factor de suelo (S) que se estipulan en la NTE E.030.

Peligro					
Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente	
Baja		Rígido		Plana	
Media		Intermedio		Media	X
Alta	X	Flexible	X	Pronunciada	

Figura N° 10.

A cada uno de los parámetros analizados, tanto de vulnerabilidad como de peligro, se le han asignado un valor numérico. En función a estos valores numéricos se ha dividido la calificación de la vulnerabilidad y el peligro sísmico en tres categorías: baja, media y alta. (Ver tabla N° 2 y 3).

Tabla N° 2. Valores de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica					
Estructural			No estructural		
Densidad (.60%)		Mano de obra y materiales (.30%)		Tabiquería y parapetos (.10%)	
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Inacecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3

Tabla N° 3. Valores de los parámetros del peligro sísmico

Parametro Peligro Sísmico					
Sismicidad (.40%)		Suelo (.40%)		Topografía y pendiente (.20%)	
Baja	1	Rigido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alata	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Para evaluar la vulnerabilidad de la edificación se cuenta con un rango de valores donde la vulnerabilidad sísmica es baja (de 1 a 1,4), media (de 1,5 a 2,1) y alta (de 2,2 a 3). Ver figuras N° 11a, 11b y 11c; para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

	VULNERABILIDAD								
	Estructural						No estructural		
	Densidad (60%)			Calidad M.O. y materiales (30%)			Estabilidad de parapetos (10%)		
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estables	Algunos estables	Inestables
ALTA		X				X	X		
		X				X		X	
		X				X			X
			X	X			X		
			X	X				X	
			X	X					X
			X		X		X		
			X		X			X	
			X		X		X	X	
			X		X		X	X	X

Figura N° 11a.

	VULNERABILIDAD								
	Estructural						No estructural		
	Densidad (60%)			Calidad M.O. y materiales (30%)			Estabilidad de parapetos (10%)		
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estables	Algunos estables	Inestables
MEDIA	X								X
	X					X	X		
	X					X		X	
	X					X			X
		X		X			X		
		X		X				X	
		X		X					X
		X		X			X		
		X		X				X	
		X		X			X	X	X

Figura N° 11b.

	VULNERABILIDAD								
	Estructural						No estructural		
	Densidad (60%)			Calidad M.O. y materiales (30%)			Estabilidad de parapetos (10%)		
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estables	Algunos estables	Inestables
BAJA	X			X			X		
	X			X				X	
	X			X					X
	X				X		X		
	X				X			X	

Figura N° 11c.

La evaluación del peligro sísmico se ha dividido primero de acuerdo a la sismicidad. Para la sismicidad baja se han establecido un rango de valores donde el peligro sísmico es bajo (1 a 1,6), medio (de 1,8 a 2) y alto (2,2). Para la sismicidad media se han establecido un rango de valores donde el peligro sísmico es bajo (de 1,4 a 1,6), medio (de 1,8 a 2,4) y alto (2,6). Para la sismicidad alta se han establecido un rango de valores donde el peligro sísmico es bajo (1,8), medio (de 2 a 2,4) y alto (de 2,6 a 3). Ver figuras N° 12a, 12b y 12c; para la evaluación del peligro sísmico.

PELIGRO SISMICO								
Sismicidad			Suelo			Topografía		
Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada
		X	X			X		
	X		X				X	
	X	X						X
	X			X		X		
	X			X			X	
X	X			X				X
X	X				X	X		
X	X				X		X	
X	X				X			X
X	X				X			X

Figura N° 12a.

PELIGRO SISMICO								
Sismicidad			Suelo			Topografía		
Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada
	X		X			X		
X			X				X	
X			X					X
X				X		X		
X				X			X	
X				X				X
X				X		X		
X					X		X	
X					X			X
X					X			X

Figura N° 12b.

PELIGRO SISMICO								
Sismicidad			Suelo			Topografía		
Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada
X			X			X		
X			X				X	
X			X					X
X				X		X		
X				X				X
X					X	X		
X					X		X	
X					X			X

Figura N° 12c.

Luego de establecer las calificaciones de vulnerabilidad y peligro sísmico se evalúa el nivel de riesgo sísmico que tiene la edificación analizada. El resultado está en función a una tabla de doble entrada donde se evalúan las posibles combinaciones de vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico.

Cada uno de los valores de vulnerabilidad y peligro sísmico tienen un 50% de incidencia sobre la calificación del riesgo sísmico Ver figuras N° 13.

RIESGO SISMICO			
Vulnerabilidad \ Peligro	Baja = 1	Media = 2	Alta = 3
Baja = 1	1	1,5	2
Media = 2	1,5	2	2,5
Alta = 3	2	2,5	2

RIESGO SISMICO			
Vulnerabilidad \ Peligro	Baja	Media	Alta
Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

Figura N° 13. Evaluación del riesgo sísmico.

Diagnóstico

Se describe el comportamiento sísmico que se espera la edificación pueda desarrollar cuando se presente un sismo de 0,4g

RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD

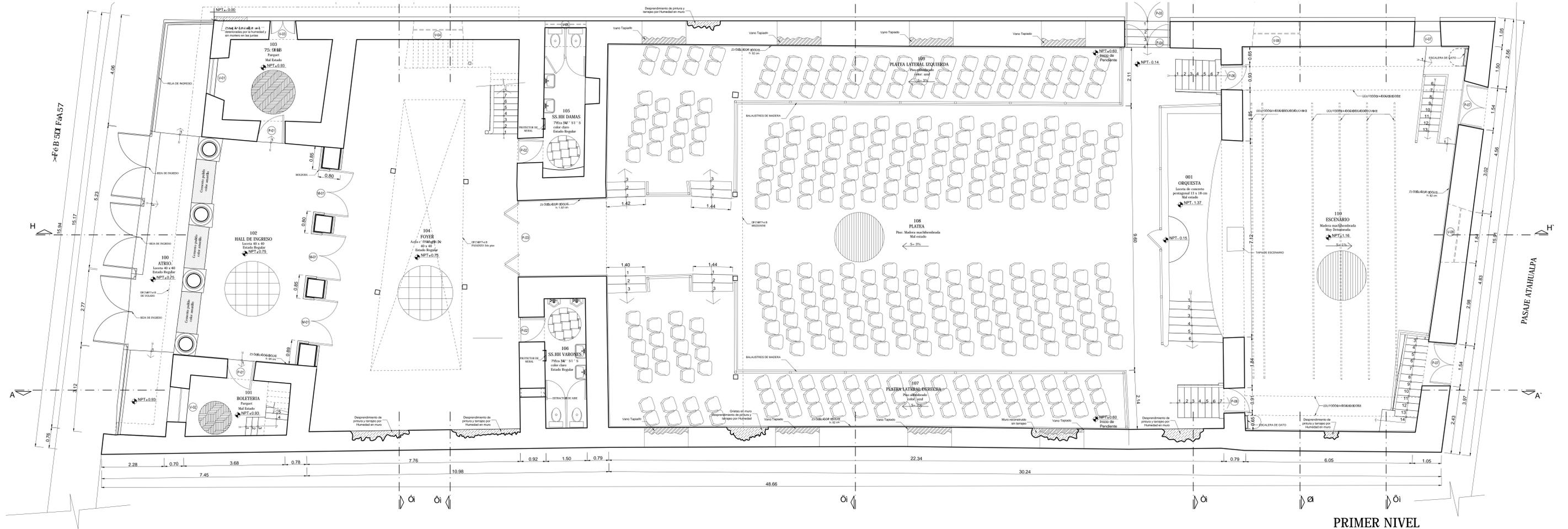
En esta parte se deben dar las recomendaciones que los evaluadores creen pertinentes para reducir no solo la vulnerabilidad sísmica de la edificación, sino también para reducir la vulnerabilidad debido a otros peligros naturales.

En la tercera, cuarta página y quinta página, se deben graficar los planos, en planta y en elevación, de la edificación; tratando de que se observen todas las cotas e identificando los muros a ser evaluados para el chequeo a corte y para la estabilidad de muros a carga transversal. Además, se tiene que especificar, en los planos, que muros son los que se han utilizado para el análisis de la densidad de muros.

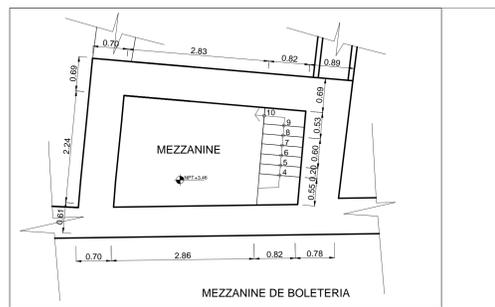
En la sexta, séptima y octava página se deben presentar un conjunto de fotos de la edificación, que muestran las fachadas de la edificación y los problemas más resaltantes ya sea constructivo o estructural en donde se evidencie el mayor peligro.

ANEXO 05

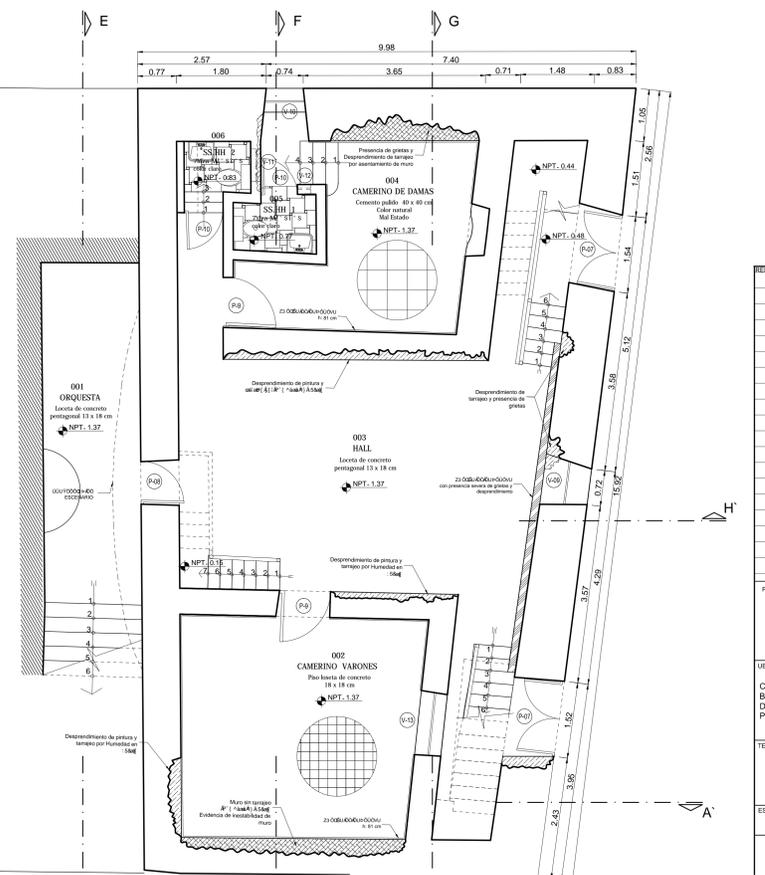
PLANOS DEL LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO



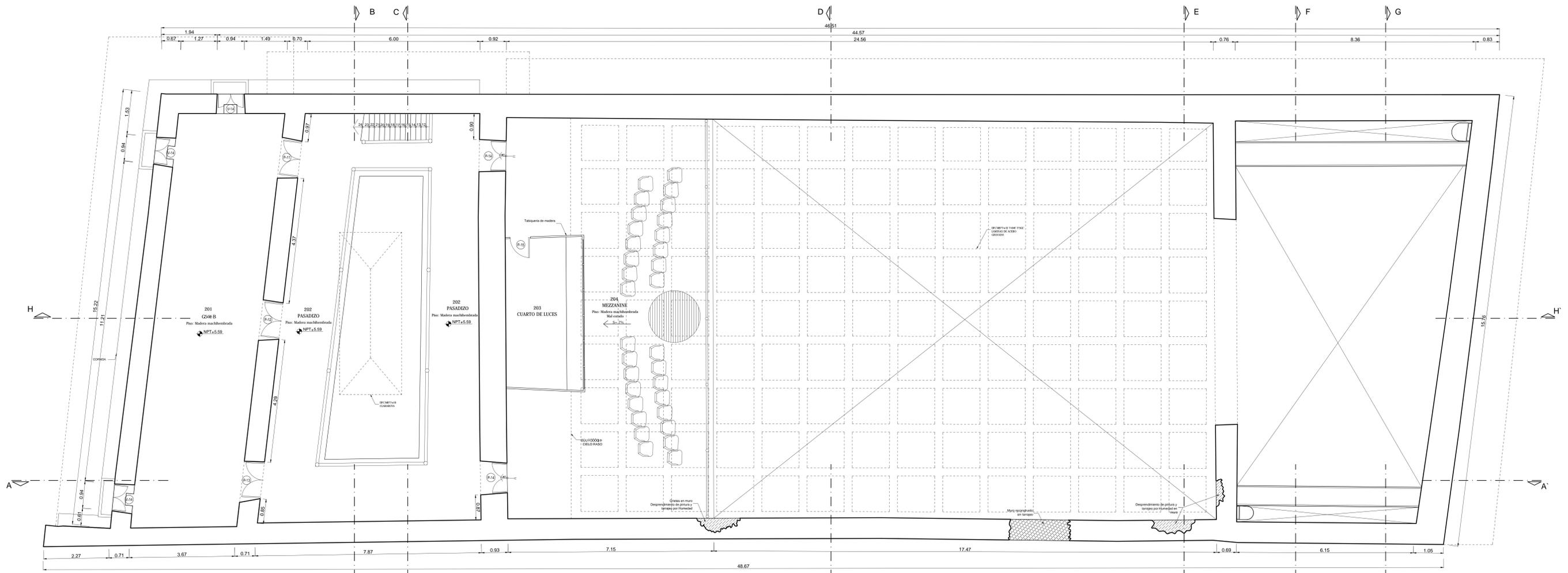
PRIMER NIVEL



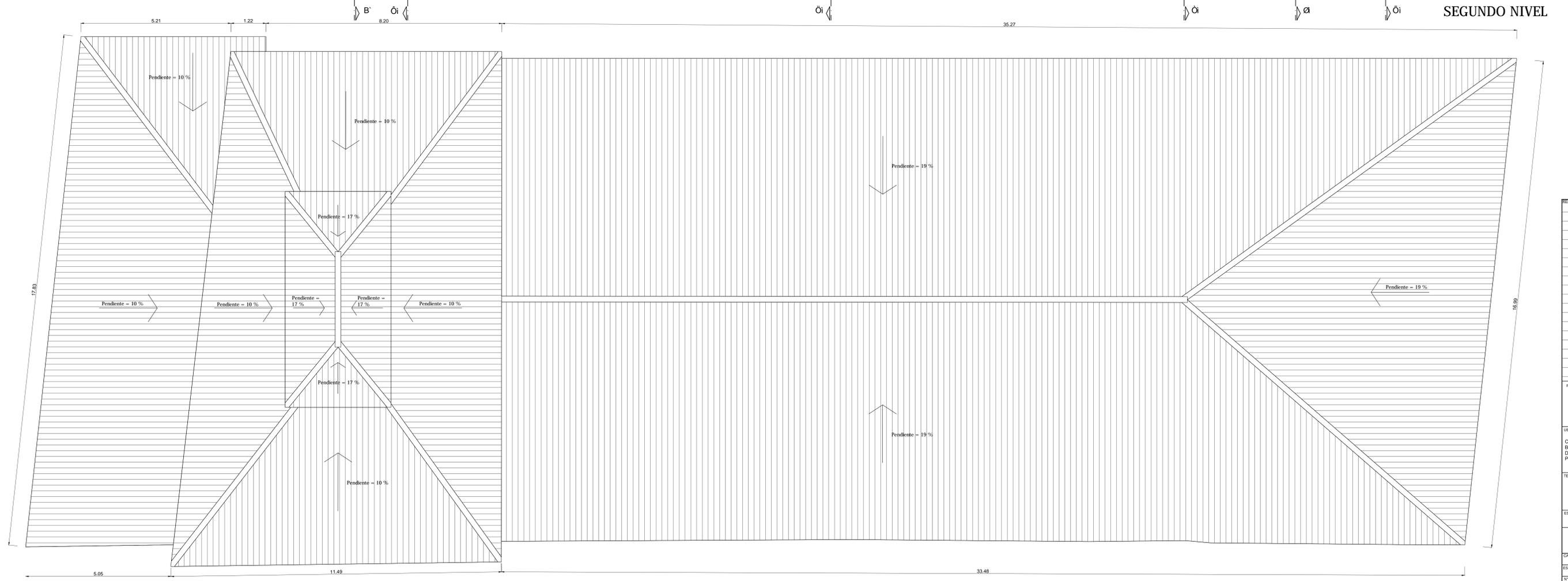
CUADRO DE VANOS					
ELEMENTO	ANCHO	ALFEIZAR	ALTURA	GIRO	PARQUEO
PUERTAS					
P-01	1.03	-	2.02	J6*	2
P-02	0.90	-	2.40	J6*	1
P-03	2.78	-	3.06	-	4
P-04	1.85	-	3.23	J6*	2
P-05	1.85	-	3.23	J6*	2
P-06	0.90	-	1.77	J6*	1
P-07	1.54	-	3.65	J6*	2
P-08	0.94	-	1.96	J6*	1
P-09	1.00	-	2.25	J6*	1
P-10	0.71	-	1.83	J6*	1
P-11	1.25	-	2.44	J6*	2
P-12	1.25	-	2.42	J6*	2
P-13	1.27	-	2.48	J6*	2
P-14	1.14	-	2.15	J6*	2
P-15	0.71	-	1.90	J6*	1
M-01	1.73	-	4.32	J6*	2
VENTANAS					
V-01	1.26	0.82	2.74	-	-
V-02	1.28	0.64	2.74	-	-
V-03	0.82	1.75	-	-	-
V-04	1.75	3.06	1.00	-	-
V-05	1.50	1.23	0.69	-	-
V-06	1.60	3.04	1.18	-	-
V-07	0.91	1.77	1.18	-	-
V-08	2.14	3.04	1.20	-	-
V-09	0.72	1.02	1.40	-	-
V-10	0.74	0.20	1.33	-	-
V-11	0.70	1.63	0.21	-	-
V-12	0.27	1.37	0.47	-	-
V-13	1.24	0.79	1.45	-	-
V-14	0.84	0.98	2.03	-	-



LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO DEL ESTADO ACTUAL DEL TEATRO CAJAMARCA
 PROPIETARIO: INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA
 UBICACION: Jirón Aguirreac Nº 590
 BARRIO: CUMBE MAYO
 DISTRITO: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CAJAMARCA
 TESISTA: IBETH MARISOL GROZO ABANTO
 CIP 48066
 ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
 PLANO: DISTRIBUCION SOTANO - PRIMER NIVEL



SEGUNDO NIVEL



PLANO DE TECHOS

LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO DEL ESTADO ACTUAL DEL TEATRO CAJAMARCA

PROPIETARIO: INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA

UBICACION: Jirón Agustinas N° 590
 BARRIO: CUMBE MAYO
 DISTRITO: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CAJAMARCA

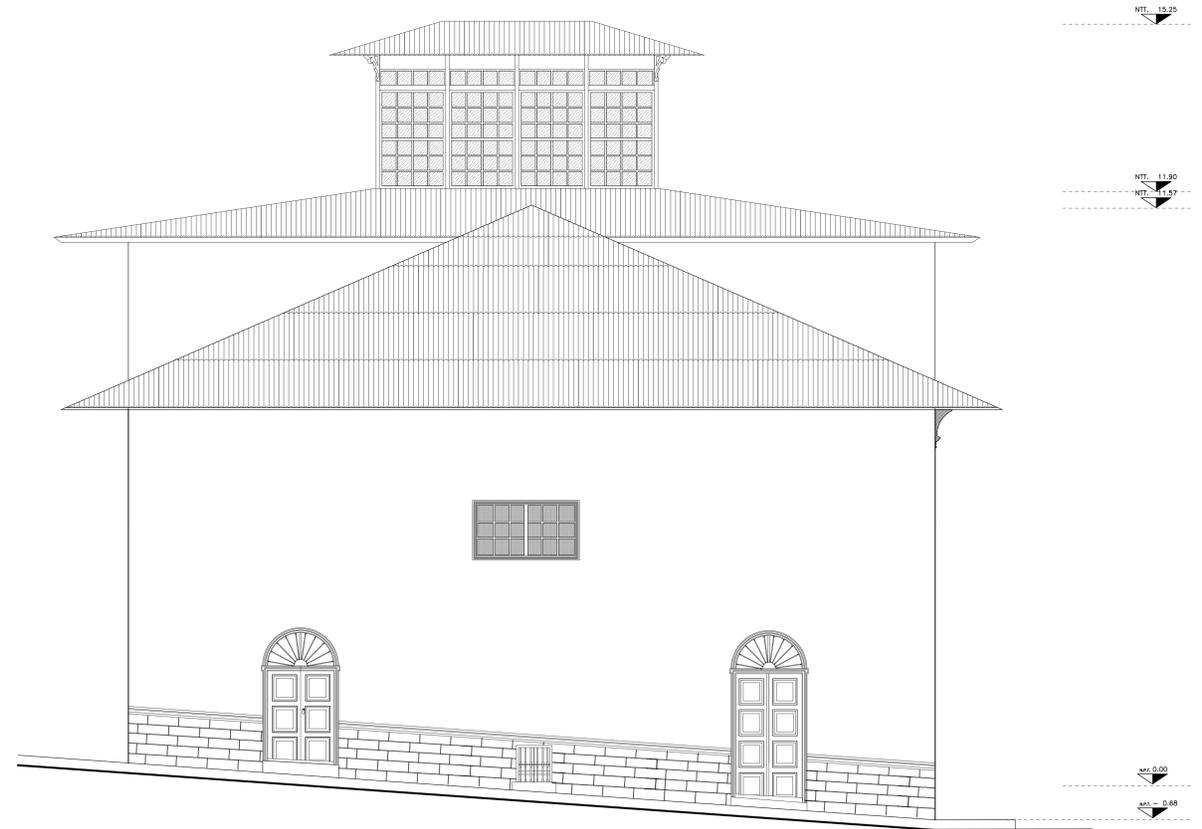
TECISTA: IBETH MARISOL GROZO ABANTO
 CIP 49066

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
 PLANO: SEGUNDO NIVEL
 PLANO DE TECHOS

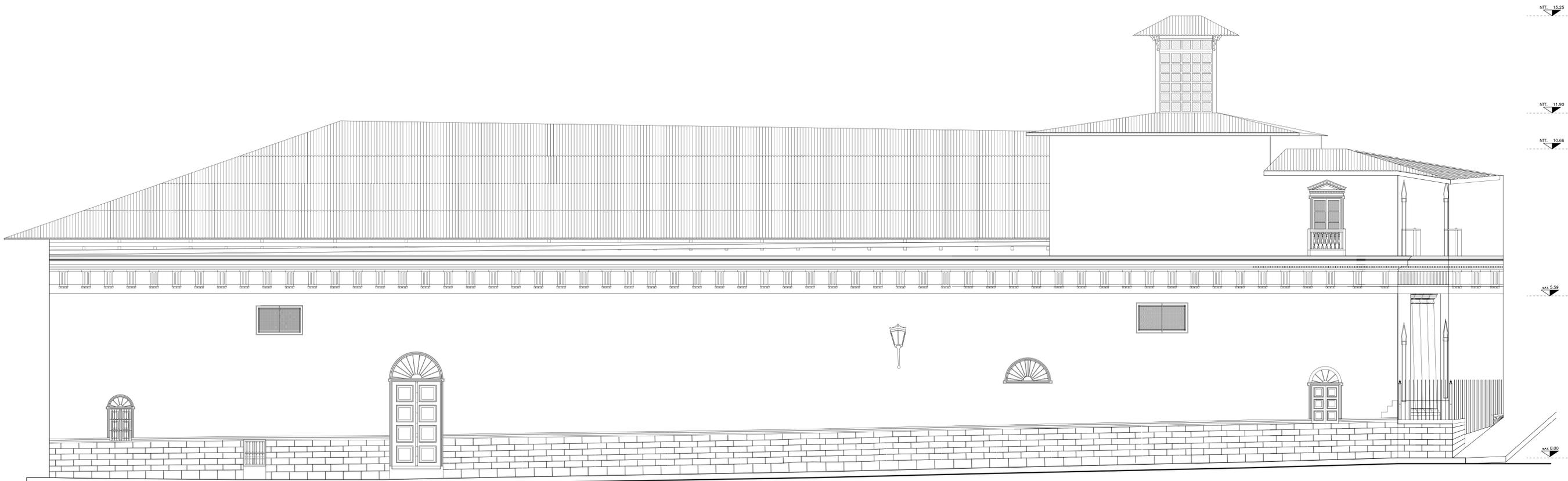
CAO: R. D. HUERTAS O.
 ESCALA: 1/50
 FECHA: Julio 2014
 N° LAMINA: A-02



9@J57-éB'>FéB'5DI FaA57



9@J57-éB'DG'>5H<15@D5



9@J57-éB'>FéB'>B&B

**LEVANTAMIENTO
ARQUITECTONICO
DEL ESTADO ACTUAL
DEL TEATRO CAJAMARCA**

PROPIETARIO:
INSTITUTO
NACIONAL
DE CULTURA

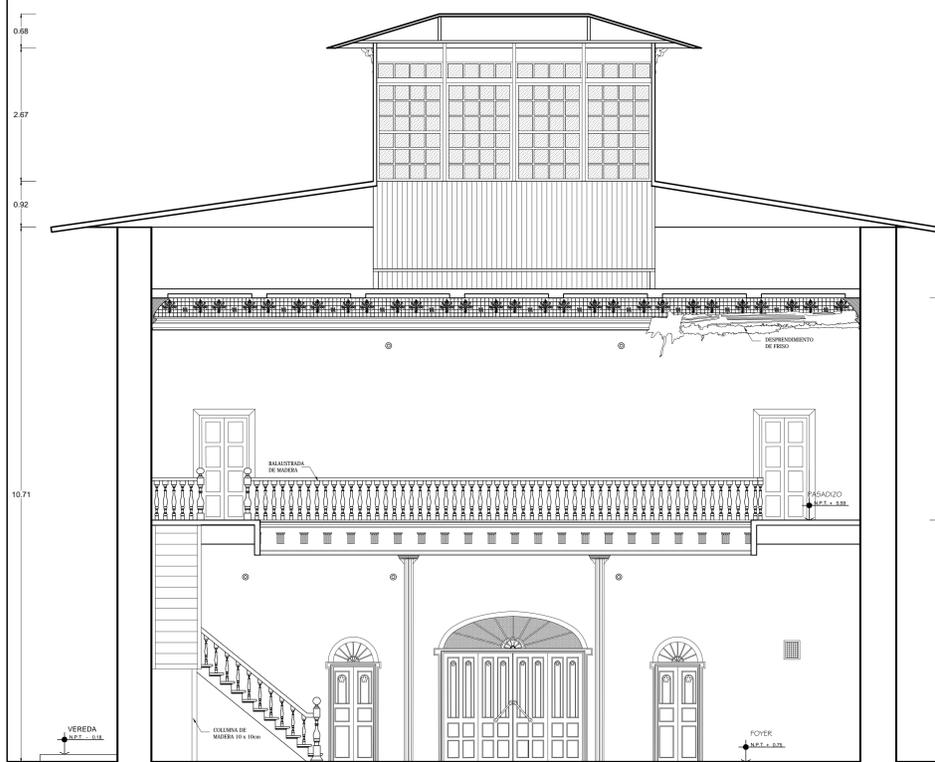
UBICACION:
CALLE: Jirón Apurímac N° 580
BARRIO: CUMBE MAYO
DISTRITO: CAJAMARCA
PROVINCIA: CAJAMARCA

TERCISTA:
IBETH MARISOL
GROZO ABANTO
CIP 49066

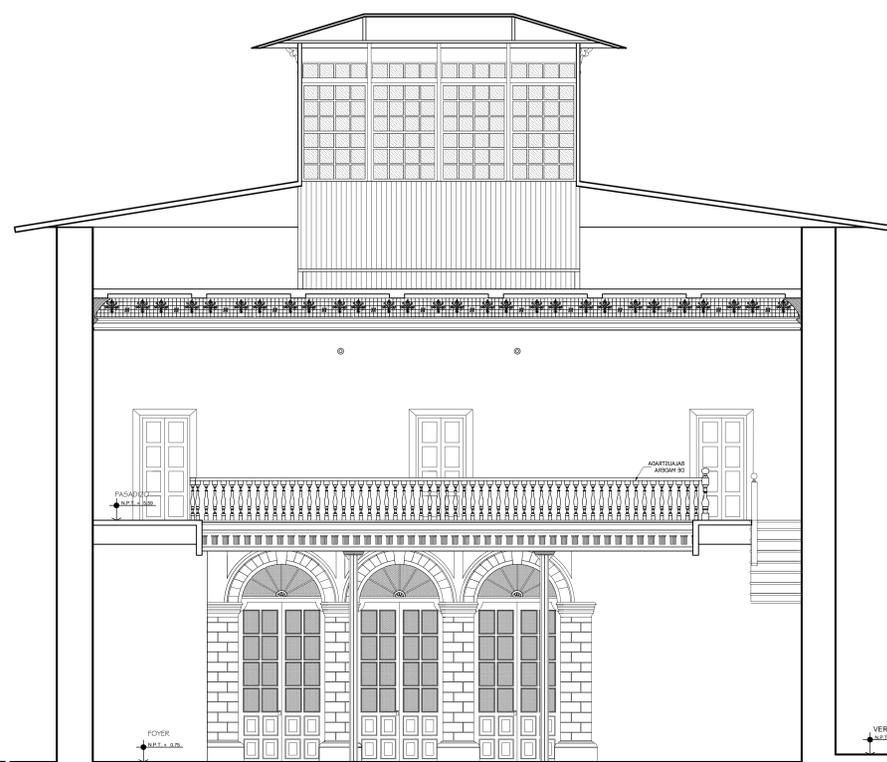
ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA
PLANO:
ELEVACIONES

ELABORADO:
R. D. HUERTAS O.
ESCALA: 1/50 FECHA: julio 2014
N° LAMINA:

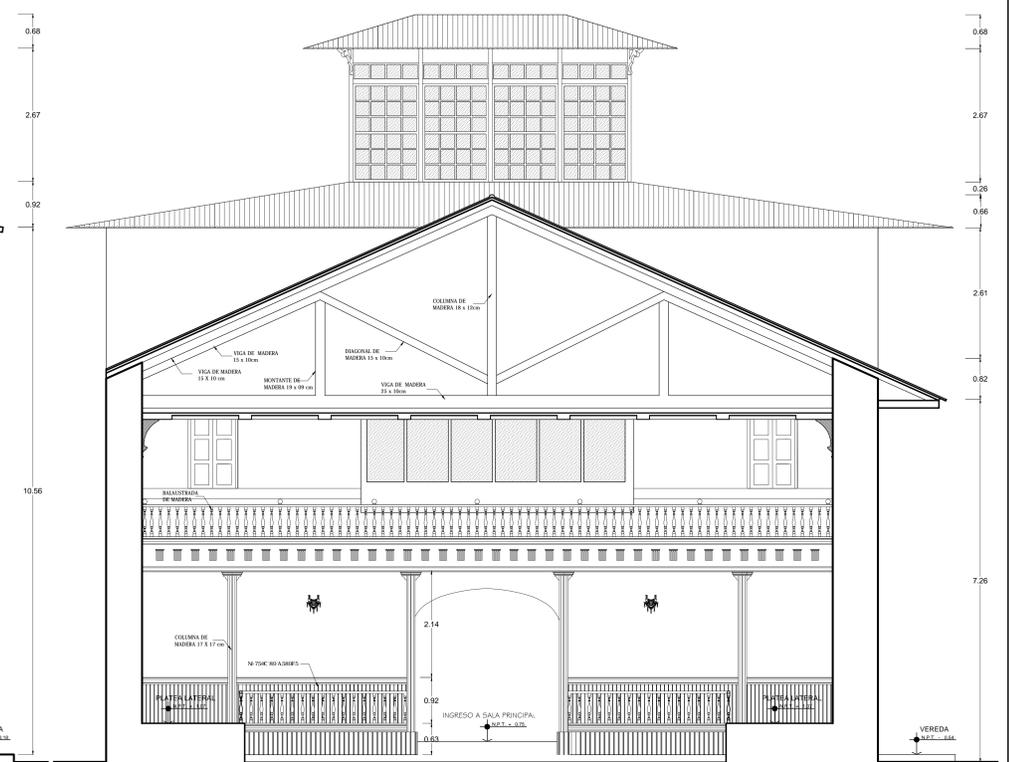
A-03



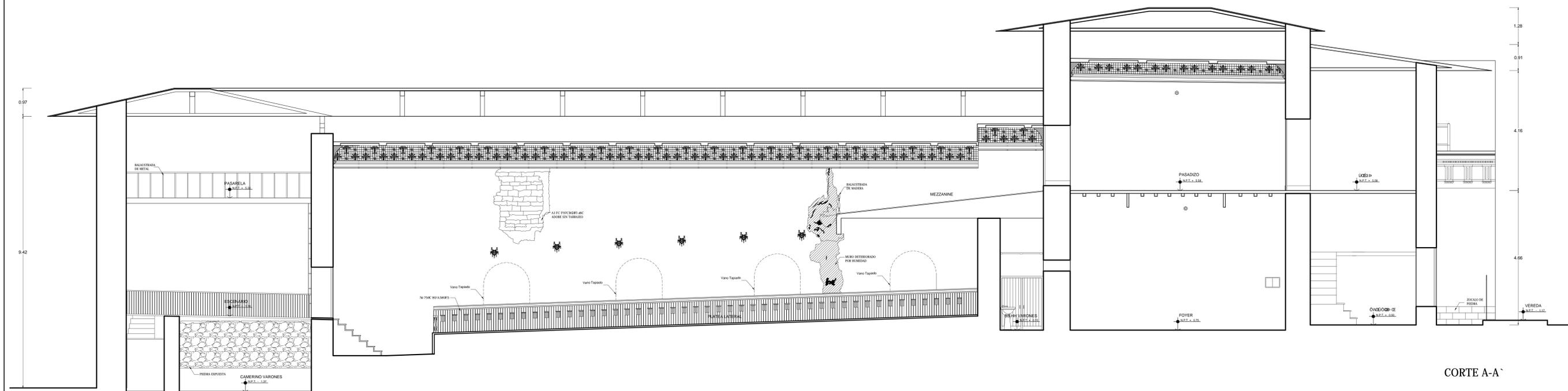
CORTE B-B



7CFH97178

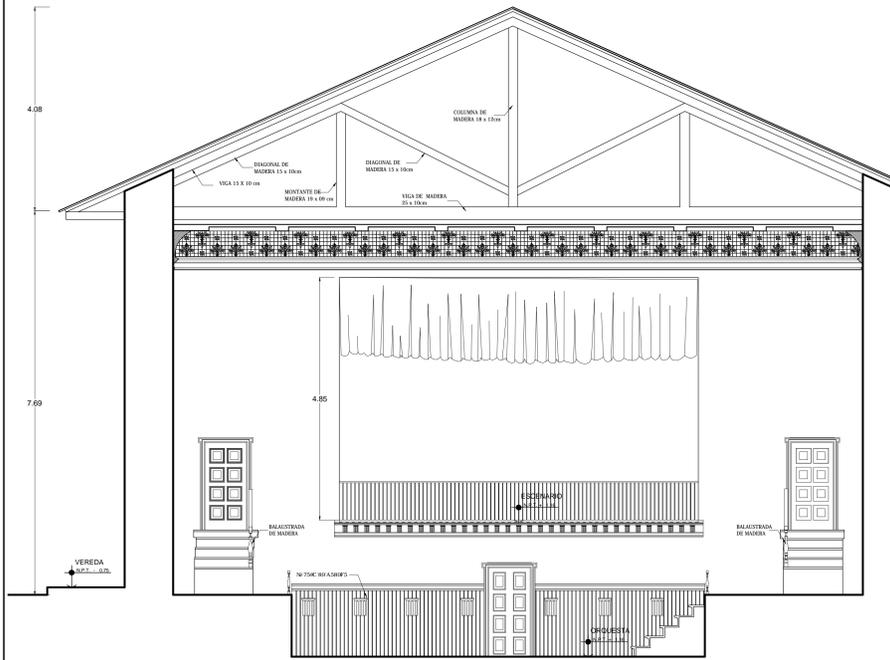


CORTE D-D

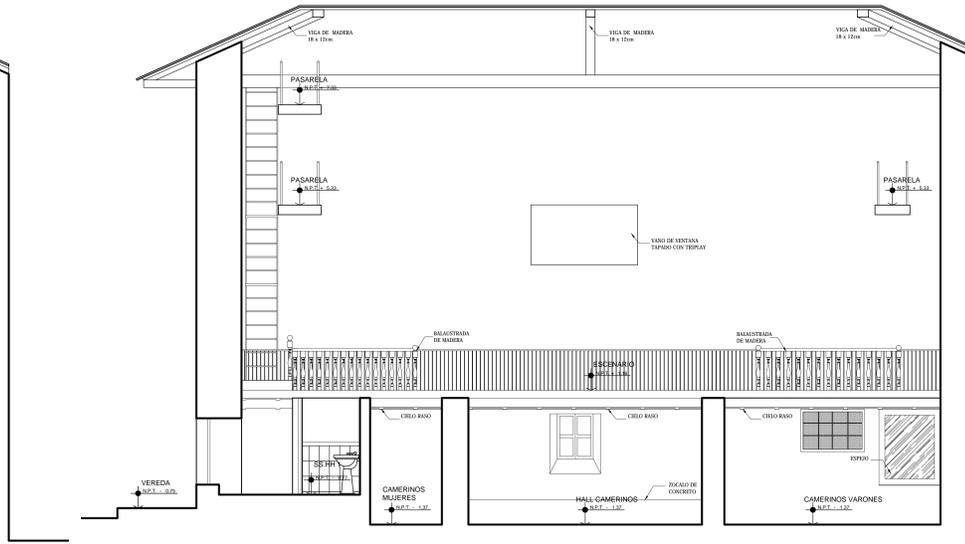


CORTE A-A

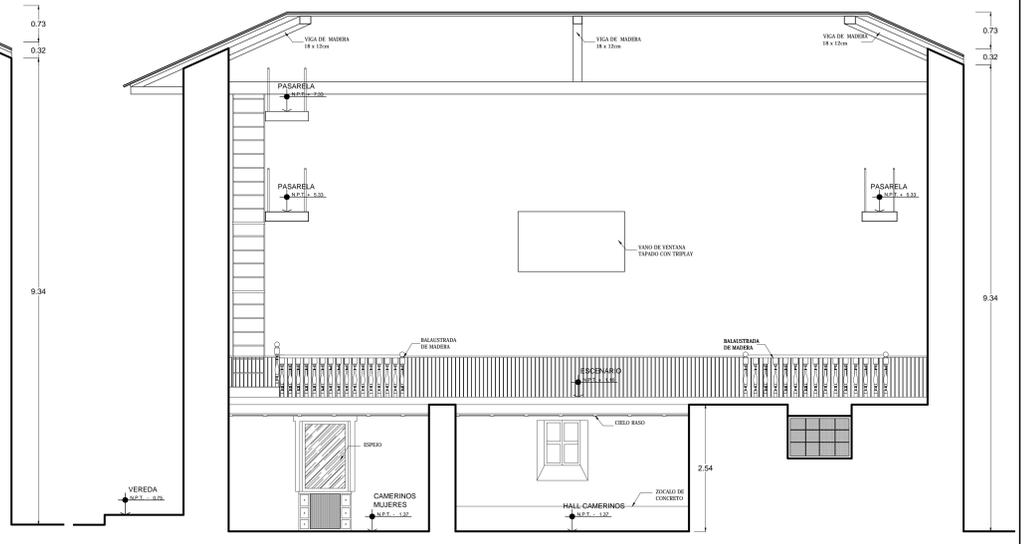
LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO DEL ESTADO ACTUAL DEL TEATRO CAJAMARCA	
PROPIETARIO:	INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA
UBICACION:	CALLE: Jiron Aguirre N° 590 BARRIO: CLAYBEE MAYO DISTRITO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA
TESISTA:	IBETH MARISOL GROZO ABANTO CIP 48066
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA
PLANO:	CORTES
CAD:	R. D. HUERTAS O.
ESCALA:	1/50
FECHA:	Julio 2014
N° LAMINA:	A-04



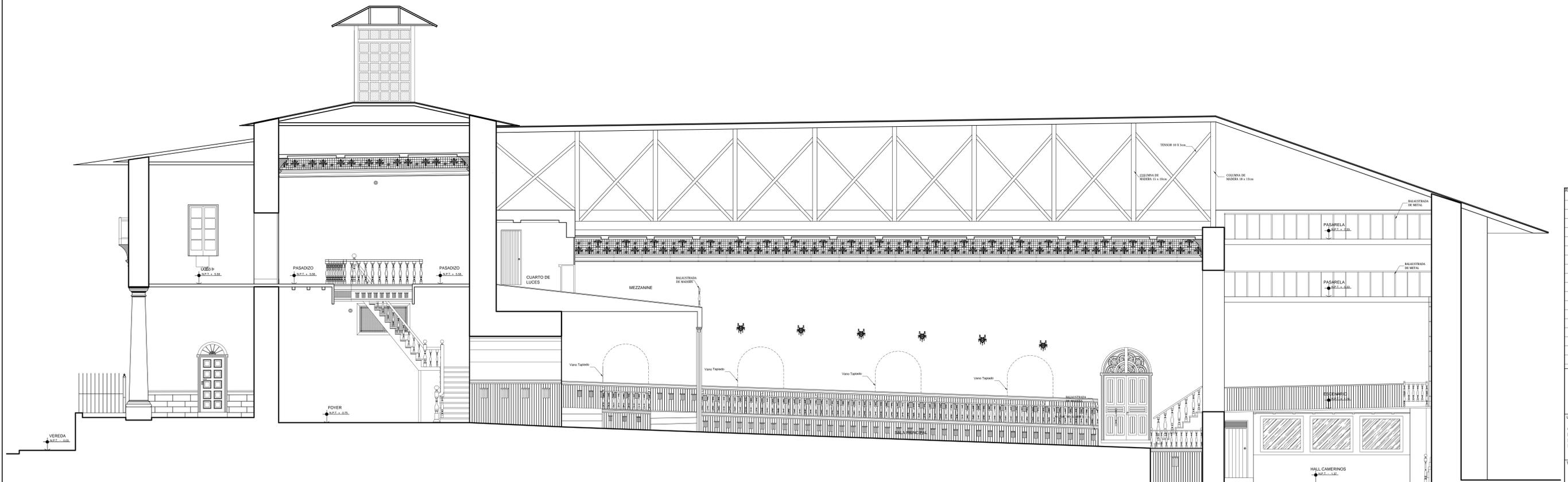
CORTE E-E`



CORTE F-F`



CORTE G-G`



CORTE H-H`

LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO DEL ESTADO ACTUAL DEL TEATRO CAJAMARCA	
PROPIETARIO:	INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA
UBICACION:	CALLE: Jirón Aguirre Nº 590 BARRIO: CURIBE MAYO DISTRITO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA
TECNICO:	IBETH MARISOL GROZO ABANTO CIP 49966
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA
PLANO:	CORTES
CAD:	R. D. HUERTAS O.
ESCALA:	1/50
Nº LAMINA:	FECHA: Julio 2014
A-05	