



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS

TEMA:

MODELAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ANTE
AMENAZA SÍSMICA EN LA UNIDAD EDUCATIVA ROBERTO ALFREDO
ARREGUI.

AUTOR:

JONATHAN ANDRÉS GUACHILEMA FLORES

DIRECTOR DE TITULACIÓN

ING. GINO NOBOA

2019

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a Dios ya que me ha permitido culminar con éxito mis estudios académicos y lograr mis metas propuestas.

A mi madre que me ha inculcado buenos valores y principios, por ello es la motivación más grande para poder conseguir esta meta tan importante para mí.

A mi familia en general quienes me apoyaron constantemente y me brindaron su confianza, dándome fuerzas para seguir adelante.

Jonathan Andrés Guachilema Flores

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre ya que durante mi carrera académica siempre estuvo pendiente de mí, nunca dejó de alentarme e inculcarme buenos valores para que sea una persona de bien.

Al Ing. Gino Noboa, quien fue uno de los pilares fundamentales para la elaboración de mi tesis. A demás agradezco a todos los docentes de la carrera de Administración para Desastres y Gestión de Riesgos por impartir sus conocimientos y experiencias profesionales durante el transcurso de mi carrera.

Jonathan Andrés Guachilema Flores

TÍTULO O TEMA:

MODELAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ANTE AMENAZA SÍSMICA EN LA UNIDAD EDUCATIVA ROBERTO ALFREDO ARREGUI.

**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROYECTO INVESTIGATIVO,
EMITIDO POR EL TUTOR**

Guaranda, 12 de julio del 2019

El suscrito Ingeniero Gino Noboa. Director de proyecto de investigación de grado de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente- Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: **“MODELAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ANTE AMENAZA SÍSMICA EN LA UNIDAD EDUCATIVA ROBERTO ALFREDO ARREGUI”**, realizado por el Señor: Jonathan Andrés Guachilema Flores, ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías: en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo en cuanto certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados dar el presente documento el uso legal que estimen conveniente.



ING. GINO NOBOA

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación denominado: “Modelamiento del comportamiento estructural ante amenaza sísmica en la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui” tuvo como objetivo principal modelar el comportamiento estructural de la unidad mediante la utilización del programa CYPECAD, para lo cual se tuvo que determinar los parámetros requeridos del software, para luego analizar el comportamiento y establecer el nivel de vulnerabilidad de la edificación y recomendar protocolos de actuación ante un evento sísmico.

En este proyecto de investigación se realizó una revisión exhaustiva del análisis sísmico estructural donde se demostró que su estructura de configuración convexa presenta una notable vulnerabilidad, referente a los diferentes modos de vibración a estudiar, llegando a exponer su comportamiento estructural frente a las pérdidas de acciones sísmicas probablemente suscitadas.

Se utilizó el software de aplicación estructural CYPECAD para la rapidez del estudio, ya que este programa es uno de los más utilizados en este tipo de trabajos, posee la preeminencia de tener los códigos de diseño sismo resistente que se encuentran establecidos en el Código Ecuatoriano de la Construcción (NEC-2014).

Además se recomendó protocolos de actuación ante un evento sísmico considerando otras vulnerabilidades que afectan de manera directa al establecimiento educativo, cabe mencionar que es importante efectuar dicha intervención exhaustiva en gestión de riesgos debido a que la Unidad Educativa es una estructura esencial dentro de la ciudad, con esto se aporta al desarrollo sostenible y se fortalece la resiliencia institucional educativa.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los terremotos han provocado cuantiosos daños materiales, pérdidas humanas y miles de personas damnificadas, ejemplos de estos son los terremotos de Taiwán suscitado en el año 2016 cuyos daños estimados se acercan a los 14.000 millones de dólares, dejando 50.000 damnificados y 53.000 edificios dañados; en la India en el 2013 provocó 166.836 heridos, destruyó cerca de 339.000 viviendas (USGS, 2013). Los desastres dejan en evidencia que los programas de evaluación de riesgo no se han aplicado para evitar o mitigar estas pérdidas, a pesar del gran avance que se tiene de ellos, dicha situación prevalece en la mayoría de los países en vías de desarrollo, cuya peligrosidad sísmica en muchos casos es muy alta, como en el caso de Ecuador.

La mayoría de las pérdidas humanas, materiales y económicas provocadas por terremotos han sido causadas por un deficiente comportamiento sísmico de las estructuras, llegándose muchas veces a colapsos parciales e incluso totales. Por otra parte si la ocurrencia de los fenómenos sísmicos está aún fuera del control de la ciencia, es necesario mejorar el comportamiento sísmico de las estructuras existentes para mitigar los efectos negativos de los terremotos (Mena, 2010).

De esta necesidad surge el estudio de vulnerabilidad sísmica de estructuras de la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui, la cual se merece una atención prioritaria con miras a cualquier plan de mitigación de futuros desastres por sismos. Mediante el programa CYPECAD se pretende analizar el comportamiento estructural de la Unidad Educativa para determinar el nivel riesgo ante sismos al cual se encuentra expuesto, para que de esta manera se pueda contribuir con estrategias de reducción de riesgos.

El presente proyecto investigativo se divide en cinco capítulos:

CAPITULO 1: En esta sección se describe el problema a estudiar, los objetivos, la justificación del proyecto investigativo y las limitaciones que presenta el trabajo.

CAPITULO 2: En este capítulo se encuentra la teoría científica que respalda y fundamenta el trabajo investigativo, la cual incluye las bases teóricas, conceptuales, la base legal y la terminología utilizada dentro del proyecto.

CAPITULO 3: Comprende el diseño metodológico, la población y muestra del trabajo investigativo, además contiene las técnicas de procesamiento de datos utilizados para cada uno de los objetivos propuestos.

CAPITULO 4: En este capítulo se establecen los resultados o logros alcanzados según los objetivos propuestos en el trabajo de investigación.

CAPITULO 5: Finalmente se describen las conclusiones y recomendaciones que han surgido en el trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | I |
| AGRADECIMIENTO..... | II |
| TÍTULO O TEMA: | III |
| CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROYECTO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR | |
| | IV |
| RESUMEN EJECUTIVO | V |
| INTRODUCCIÓN..... | VI |
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| EL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1 Planteamiento del Problema..... | 1 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 2 |
| 1.3 Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivo Específicos | 3 |
| 1.4 Justificación de la Investigación..... | 4 |
| 1.5 Limitaciones | 6 |
| CAPÍTULO 2..... | 7 |
| MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 7 |
| 2.2 Bases Teóricas | 8 |
| 2.3 Marco legal..... | 11 |
| 2.3.1 Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC) | 11 |
| 2.3.2 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) | 11 |
| 2.3.3 Sesión novena (Gestión de Riesgos) | 11 |
| 2.3.4 Ley Orgánica de Educación Intercultural | 12 |
| 2.4 Glosario de términos | 14 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5 Sistemas de Variables | 19 |
| CAPÍTULO 3 | 20 |
| MARCO METODOLÓGICO | 20 |
| 3.1 Nivel de investigación | 20 |
| 3.2 Diseño de investigación | 20 |
| 3.3 Población y muestra | 20 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 21 |
| 3.5 Técnicas de procesamientos de datos | 26 |
| 3.6 Operacionalizacion de la variable Independiente: Amenaza sísmica en la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui. | 27 |
| 3.7 Operacionalizacion de la variable Dependiente: Modelamiento del comportamiento estructural. | 29 |
| CAPÍTULO 4 | 30 |
| RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEDOS | 30 |
| Resultados del objetivo 1 | 30 |
| 4.1.1 Determinación de los parámetros requeridos por el programa para el modelamiento estructural. | 30 |
| 4.1.2 Entrada de datos | 30 |
| 4.1.3 Geometría de la estructura | 30 |
| 4.1.4 Componentes estructurales analizados | 31 |
| 4.1.5 Análisis de solicitaciones | 31 |
| 4.1.6 Cálculo sísmico | 31 |
| 4.1.7 Comprobación de resistencia al fuego | 32 |
| 4.1.8 Análisis de resultados | 33 |
| 4.1.9 Exportación | 33 |
| 4.1.10 Documentación obtenida | 33 |
| 4.1.11 Medición y presupuesto en CYPECAD | 33 |

| | |
|---|-----------|
| Resultado del Objetivo 2 | 34 |
| 4.2 Analizado el comportamiento estructural de la unidad educativa mediante la utilización del software CYPECAD para la determinación del grado de validez del programa aplicado. | 34 |
| 4.2.1 Datos generales | 34 |
| Ilustración 1: Datos generales..... | 35 |
| Ilustración 2: Coeficiente de reducción..... | 36 |
| 4.2.2 Estimación del periodo fundamental | 36 |
| 4.2.3 Acción sísmica..... | 37 |
| Tabla 1: Datos para la obtención de espectro elástico | 37 |
| Ilustración 3: Introducción de plantas | 38 |
| Ilustración 4: Edición de plantas | 39 |
| Ilustración 5: Columnas, tabiques y arranques | 40 |
| Ilustración 6: Opciones de insertar vigas | 41 |
| Ilustración 7: Losa alivianada de bloque | 42 |
| Ilustración 8: Comprobación de la geometría..... | 43 |
| 4.2.4 Análisis y comparación de resultados arrojados por el programa CYPECAD ante le modelamiento sísmico estructural..... | 44 |
| 4.2.5 datos generales de sismo..... | 44 |
| Tabla 2: Datos generales de sismos | 44 |
| 4.2.6 Dirección de análisis..... | 45 |
| 4.2.7 Espectro de cálculo..... | 46 |
| 4.2.8 espectro elástico de aceleraciones | 46 |
| Tabla 3: Parámetros necesarios para la definición del espectro..... | 46 |
| 4.2.9 Espectro de diseño de aceleración | 47 |
| Tabla 4: Espectro de diseño de aceleración..... | 47 |
| 4.2.10 Coeficiente de participación | 48 |
| Tabla 5: Coeficiente de partición..... | 48 |

| | |
|---|-----------|
| Tabla 6: Rango de periodos abarcados por los modos estudiados..... | 49 |
| Tabla 7: Centro de masa rigidez y excentricidades de cada planta..... | 49 |
| 4.2.11 Cortante dinámico..... | 50 |
| Tabla 8: Cortante dinámico..... | 50 |
| 4.2.12 Cortante basal estático..... | 51 |
| Tabla 9: Cortante basal elástico..... | 51 |
| 4.2.13 Verificación de la condición de cortante basal..... | 52 |
| Tabla 10: Geometría en altura..... | 52 |
| 4.2.14 Cortante sísmico combinado por planta..... | 52 |
| 4.2.15 Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta..... | 52 |
| Tabla 11: Hipótesis sísmica X1..... | 53 |
| Tabla 12: Hipótesis sísmica Y1..... | 53 |
| Tabla 13: Situaciones persistentes o transitorias..... | 55 |
| Tabla 14: Situaciones sísmicas..... | 57 |
| Tabla 15: Desplome local máximo de los pilares..... | 59 |
| 4.2.16 Resultado del segundo modelamiento estructural con muros de mampostería. Ver anexo 8..... | 60 |
| Justificación de la acción sísmica..... | 60 |
| Tabla 16: Datos generales de sismos..... | 60 |
| Ilustración 17: Espectro elástico de aceleraciones..... | 62 |
| Tabla 18: Espectro de diseño de aceleraciones..... | 63 |
| Tabla 19: Coeficiente de participación..... | 64 |
| Ilustración 19: Representación de los periodos modales..... | 65 |
| Tabla 20: Hipótesis sismo X1 y Y1..... | 65 |
| Tabla 21: Centro de masas, rigidez y excentricidades de cada planta..... | 65 |
| Tabla 22: Cortante dinámico CQC..... | 66 |
| Tabla 23: Cortante basal elástico..... | 67 |
| Tabla 24: Geometría en altura..... | 68 |

| | |
|--|------------|
| Tabla 25: Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta..... | 69 |
| Tabla 26: Hipótesis sísmica Y1 | 69 |
| Tabla 27: Hipótesis sísmica X1 | 70 |
| Tabla 28: Hipótesis sísmica Y1 | 70 |
| Tabla 29: Porcentaje de cortante sísmico resistido por tipo de soportes en arranque | 71 |
| 4.2.17 Distorsión de columnas..... | 71 |
| Tabla 30: Situaciones persistentes o transitorias | 72 |
| Tabla 32: Desplome local y total máximo de los pilares | 77 |
| Resultado del Objetivo 3 | 78 |
| 4.3 Recomendar protocolos de actuación ante un evento sísmico en base a un análisis de vulnerabilidad de la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui..... | 78 |
| 4.3.1 Procedimiento | 78 |
| Tabla 37: Identificación de las amenazas..... | 78 |
| Tabla 38: Análisis de amenazas y estimación de probabilidades..... | 79 |
| Tabla 39: Estimación de vulnerabilidades frente a sismos | 80 |
| Tabla 40: Estimación de vulnerabilidad frente a caída de ceniza volcánica | 86 |
| Tabla 41: Estimación de vulnerabilidades frente a incendios..... | 89 |
| Tabla 42: Estimación de la vulnerabilidad frente a colapso estructural..... | 93 |
| Tabla 43: Estimación de vulnerabilidades frente a accidentes vehiculares | 96 |
| Tabla 44: Estimación de vulnerabilidades frente a delincuencia..... | 99 |
| Tabla 45: Consolidado de vulnerabilidades de la unidad educativa | 102 |
| Tabla 46: Conformación del Comité Institucional de Gestión de Riesgos | 104 |
| Tabla 47: Conformación de brigadas..... | 104 |
| 4.3.5 Prevención y mitigación | 106 |
| 4.3.6 Manejo de eventos adversos | 108 |
| 4.3.7 Sistema de alerta temprana..... | 109 |

| | |
|--|------------|
| 4.3.8 Respuesta | 110 |
| 4.3.9 Reconstrucción..... | 112 |
| 4.3.11 Transferencia del riesgo. | 112 |
| CAPÍTULO 5 | 113 |
| Conclusiones y Recomendaciones | 113 |
| 5.1 Conclusiones..... | 113 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 115 |
| Bibliografía..... | 116 |
| ANEXOS | 119 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Datos para la obtención de espectro elástico | 37 |
| Tabla 2: Datos generales de sismos | 44 |
| Tabla 3: Parámetros necesarios para la definición del espectro | 46 |
| Tabla 4: Espectro de diseño de aceleración | 47 |
| Tabla 5: Coeficiente de partición | 48 |
| Tabla 6: Rango de periodos abarcados por los modos estudiados | 49 |
| Tabla 7: Centro de masa rigidez y excentricidades de cada planta | 49 |
| Tabla 8: Cortante dinámico | 50 |
| Tabla 9: Cortante basal elástico | 51 |
| Tabla 10: Geometría en altura | 52 |
| Tabla 11: Hipótesis sísmica X1 | 53 |
| Tabla 12: Hipótesis sísmica Y1 | 53 |
| Tabla 13: Situaciones persistentes o transitorias | 55 |
| Tabla 14: Situaciones sísmicas | 57 |
| Tabla 15: Desplome local máximo de los pilares | 59 |
| Tabla 16: Datos generales de sismos | 60 |
| Tabla 17: Parámetros necesarios para la identificación del espectro | 62 |
| Tabla 18: Espectro de diseño de aceleraciones | 63 |
| Tabla 19: Coeficiente de participación | 64 |
| Tabla 20: Hipótesis sismo X1 y Y1 | 65 |
| Tabla 21: Centro de masas, rigidez y excentricidades de cada planta | 65 |
| Tabla 22: Cortante dinámico CQC | 66 |
| Tabla 23: Cortante basal elástico | 67 |
| Tabla 24: Geometría en altura | 68 |
| Tabla 25: Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta .. | 69 |
| Tabla 26: Hipótesis sísmica Y1 | 69 |
| Tabla 27: Hipótesis sísmica X1 | 70 |
| Tabla 28: Hipótesis sísmica Y1 | 70 |
| Tabla 29: Porcentaje de cortante sísmico resistido por tipo de soportes en arranque | 71 |
| Tabla 30: Situaciones persistentes o transitorias | 72 |
| Tabla 31: Situaciones sísmicas | 75 |

| | |
|---|------------|
| Tabla 32: Desplome local y total máximo de los pilares | 77 |
| Tabla 37: Identificación de las amenazas | 78 |
| Tabla 38: Análisis de amenazas y estimación de probabilidades..... | 79 |
| Tabla 39: Estimación de vulnerabilidades frente a sismos | 80 |
| Tabla 40: Estimación de vulnerabilidad frente a caída de ceniza volcánica..... | 86 |
| Tabla 41: Estimación de vulnerabilidades frente a incendios | 89 |
| Tabla 42: Estimación de la vulnerabilidad frente a colapso estructural..... | 93 |
| Tabla 43: Estimación de vulnerabilidades frente a accidentes vehiculares | 96 |
| Tabla 44: Estimación de vulnerabilidades frente a delincuencia..... | 99 |
| Tabla 45: Consolidado de vulnerabilidades de la Unidad Educativa..... | 102 |
| Tabla 46: Conformación del Comité Institucional de Gestión de Riesgos | 104 |
| Tabla 47: Conformación de brigadas | 104 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|-----------|
| Ilustración 1: Datos generales | 35 |
| Ilustración 2: Coeficiente de reducción | 36 |
| Ilustración 3: Introducción de plantas | 38 |
| Ilustración 4: Edición de plantas..... | 39 |
| Ilustración 5: Columnas, tabiques y arranques..... | 40 |
| Ilustración 6: Opciones de insertar vigas | 41 |
| Ilustración 7: Losa alivianada de bloque..... | 42 |
| Ilustración 8: Comprobación de la geometría | 43 |
| Ilustración 9: Dirección de análisis | 45 |
| Ilustración 10: Espectro elástico de aceleraciones..... | 46 |
| Ilustración 11: Espectro de diseño de aceleración..... | 47 |
| Ilustración 12: Representación de los periodos modales | 49 |
| Ilustración 13: Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta | 50 |
| Ilustración 14: Cortantes sísmicos máximo por planta..... | 53 |
| Ilustración 15: Fuerza Sísmica equivalente. | 54 |
| Ilustración 16: Dirección de análisis | 61 |
| Ilustración 17: Espectro elástico de aceleraciones..... | 62 |
| Ilustración 18: Espectro de diseño de aceleraciones | 63 |
| Ilustración 19: Representación de los periodos modales | 65 |
| Ilustración 20: Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta | 66 |
| Ilustración 21: Cortante sísmico por planta | 69 |
| Ilustración 22: Fuerza sísmica equivalente por planta..... | 70 |

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

La actividad sísmica puede ocasionar daños en los elementos estructurales a tal punto que pueden llegar a colapsar, por lo tanto se necesita verificar rápidamente las estructuras después del evento para que de esta manera no se comprometa la integridad de los habitantes y la edificación pueda ser habitable (Safak & Boatwright, 1988).

“Las normas sismoresistente son un conjunto de regulaciones obligatorias y apoyadas por una serie de organizaciones técnicas privadas, profesionales y académicas” (MADS, 2012). En consecuencia, se ha implementado normas y procedimientos de seguridad para realizar análisis de fallas o deficiencias estructurales y no estructurales, dichas normas se utilizan para tomar la mejor decisión sobre reforzamiento y reparación de estructuras para que de esta manera se pueda brindar una seguridad adecuada y eficiente ante próximos eventos.

El avance tecnológico ha permitido el desarrollo de diversos programas especializados para el análisis y diseño de estructuras que además de ser seguras y económicas, permite el cálculo de las mismas. “Muchos profesionales que se dedican al cálculo estructural sismo resistente utilizan una variedad de programas de las cuales aprovechan para el diseño de sus estructuras” (Lopez, 2017). Su vasta confiabilidad en la presentación de resultados ha creado gran acogida entre los profesionales del área, en las que se aplican normas apropiadas para el análisis requerido de los proyectos, entre ellos se encuentra el programa CYPECAD.

La falta de estudio del análisis estructural de la unidad educativa Roberto Alfredo Arregui frente a una amenaza sísmica es un alto factor de riesgo que incide en la seguridad de la población puesto que no cuenta con los estudios necesarios ni protocolos de actuación frente al impacto sísmico, la cual constituye un grave problema ya que docentes, estudiantes y personal administrativo desconocen las medidas y acciones de seguridad en caso de suscitarse un evento sísmico.

Con la finalidad de mitigar daños mayores, se estima ineludible que se realice el modelamiento del comportamiento estructural ante amenaza sísmica mediante el uso del modelamiento del programa informático CYPECAD, para ello es necesario determinar

los parámetros requeridos del programa, analizar el comportamiento estructural, y recomendar protocolos de actuación ante sismos.

1.2 Formulación del problema.

¿Cómo se comporta la estructura de la Unidad Educativa “Roberto Alfredo Arregui” de la ciudad de Guaranda, frente a una amenaza sísmica?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Modelar el comportamiento estructural ante amenaza sísmica en la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui.

1.3.2 Objetivo Específicos

- Determinar los parámetros requeridos por el programa para el modelamiento estructural.
- Analizar el comportamiento estructural de la unidad educativa mediante la utilización del software CYPECAD para la determinación del grado de validez del programa aplicado.
- Recomendar protocolos de actuación ante un evento sísmico en base a un análisis de vulnerabilidad de la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui.

1.4 Justificación de la Investigación

De acuerdo con el Informe global de evaluación sobre reducción de riesgo de desastre de Naciones Unidas (UNISDR, 2011). El riesgo que se deriva de las amenazas naturales y socio naturales aumentó en forma significativa entre 1990 y 2011; en especial en los países de bajos y medios ingresos y con economías en rápido crecimiento. En efecto, el desarrollo económico contribuye en ocasiones a configurar nuevas condiciones de riesgo, en la medida en que puede incrementarse la exposición de la población, la infraestructura y las actividades económicas en áreas propensas a la ocurrencia de fenómenos naturales y socio naturales peligrosos.

En nuestro País las medidas de construcción sismo resistente no se han aplicado debidamente. La incertidumbre que se genera sobre el desempeño estructural de una edificación se debe a la falta de aplicación de las normas tanto en diseño como construcción, esto ocasiona que las mismas tengan deficiencias por ende generan desconfianza para ser usables o habitables (Díaz, 2013).

Las edificaciones usadas como unidades educativas son fundamentales para el desarrollo académico eficiente de los estudiantes y fundamental para lograr resultados positivos, de allí la importancia y esencial de determinar la capacidad real de la estructura para prevenir e intervenir la vulnerabilidad sísmica (Castro, 2014).

Es importante el análisis sísmico de una estructura para garantizar el diseño adecuado y entender la respuesta de una edificación, puesto que es fundamental para poder determinar el modo adecuado en el nivel de daño que se produzca en una estructura". (Jimenez, 2014).

Edificaciones, Infraestructura Pública y Privada: Actualmente no se dispone de estudios de vulnerabilidad física detallados, sin embargo se podría considerar que la mayor parte de edificaciones no cumplen las normas sismo resistentes, dadas por el Código Ecuatoriano de la Construcción (NEC., 2013). En el centro histórico (declarado como Patrimonio Cultural) de la ciudad de Guaranda, la mayor parte de construcciones, son estructuras de adobe y tapial, con antigüedad de entre 50 a 100 años, en este sector se concentran las edificaciones públicas como GAD cantonal, Gobernación, Corte de Justicia, Ministerios, entre otras, además se ubica la actividad comercial, financiera y de servicios (hoteles, restaurantes), este sector se consideraría como una zona vulnerable ante posibles sismos; en las diferentes zonas residenciales.

Con la presente investigación los beneficiados directos serán los estudiantes, docentes, y personal administrativo que laboran en la institución además traerá un buen aporte para la adquisición de nuevos conocimientos en el reforzamiento estructural de edificaciones, a más de fundamentos teóricos que ayudarán a futuras investigaciones, es por ello que se realiza el análisis de la vulnerabilidad estructural de la Unidad en base a un modelamiento informático CYPECAD de la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui de la ciudad de Guaranda.

1.5 Limitaciones

La investigación está limitada en lo que respecta:

- La falta de cooperación de personas expertas en el tema y recopilación de documentos técnicos referentes al proyecto, ya que este tipo de trabajos son de información limitada y confidencial.
- Limitado estudio específico sobre modelamientos estructurales dentro de nuestro país, para la identificación de vulnerabilidad estructural de las edificaciones.
- Escaso presupuesto en las instituciones para realizar este tipo de proyectos, puesto que su costo es muy elevado.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

El riesgo sísmico es muy alto en nuestro país a esto se suma las construcciones ilegales de las cuales no se toman en cuenta la normativa, la evaluación y análisis estructural que son aspectos importantes a considerar para evitar pérdidas como las que se reportaron durante el sismo ocurrido el 16 de abril del 2016 con epicentro en las Parroquias de Pedernales y Cojimíes (Pabon, 2017).

En el año 2007 mediante un informe sísmico publicado por del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) menciona que el cantón Guaranda se ha visto afectada en varias ocasiones por sismos de intensidades VIII (Escala MSK), en eventos registrados como los de 1674 por una falla local, los 1797 y 1911 originados por una falla geológica en Pallatanga (una de las más activas del país) y la de 1942 ocasionada en el noroeste de Guaranda lo que indujo fuertes afectaciones en la ciudad y centros poblados del cantón (MIDUVI, 2011).

La Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui se encuentra inmerso en este tipo de afectaciones, el terremoto suscitado el 16 de abril del 2016 provocó cuantiosos daños en el establecimiento entre ellos, cuarteamientos y roturas de vidrios. En el año 2013 el establecimiento sufrió inundaciones debido a las intensas precipitaciones sumado a esto que no disponen de un drenaje adecuado para el manejo de aguas residuales. Hasta la fecha no se ha realizado estrategias de mejora con el fin de mitigar los efectos negativos de las amenazas.

Debido a que las estructuras necesitan contar con un análisis sísmico resistente en cualquier sitio que se construyan, se han desarrollado programas avanzados relacionados al cálculo estructural lo cual se ha incrementado a gran escala en los últimos tiempos, en la que es necesario que el calculista conozca y aplique técnicas actuales para un correcto análisis estructural.

El software CYPECAD se ha convertido en una instrumento eficaz para los profesionales del cálculo estructural la cual ha permitido efectuarse proyectos en gran medida reduciendo tiempo y costo, además el programa contiene leyes y reglamentos esquematizados para su mejor uso y análisis (Elnashai, 2008).

2.2 Bases Teóricas

Descripción del Cantón Guaranda

El cantón Guaranda se encuentra gestionado por el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guaranda.

Localización geográfica y aspectos generales del cantón y ciudad Guaranda

Se encuentra localizado en la parte Este y Norte de la provincia de Bolívar, Cuyos aspectos generales del área cantonal se detallan a continuación:

- Población: 91.877 habitantes (INEC, 2010)
- Superficie: 1.897 Km²
- Área urbana: 26%; área rural: 74% (INEC, 2010)
- El 52% mujeres y el 48% hombres (INEC, 2010)
- Densidad: 0.49 habitantes/hectárea
- Parroquias rurales: Facundo Vela, Julio Moreno, Santa Fe, San Lorenzo, San Simón, San Luis de Pambil, Salinas, Simiatug.

Límites:

- Norte: Provincia de Cotopaxi
- Sur: Cantón San José de Chimbo
- Este: Provincias de Chimborazo y Tungurahua
- Oeste: Cantones: Caluma, Las Naves, Echeandía

Suelo

Los suelos son de origen volcánico en la parte este, proceden de cenizas, tobas y otros materiales piroclásticos, son suelos ligeramente ácidos y de alta capacidad para fijación. Son sedimentarios en la parte oeste de las estribaciones de la Cordillera Occidental y relativamente húmedos, con un horizonte de acumulación de arcillas. (PDOT Cantón Guaranda, 2014)

Clima

Por los diferentes niveles altitudinales existe una variedad de climas determinados. Esto produce la variación en la precipitación pluvial entre 500 y 2000 milímetros anuales; las temperaturas varían entre los 2°C, 10°C, 18°C y 24°C. (PDOT Cantón Guaranda, 2014).

El origen de los sismos en Ecuador

El territorio ecuatoriano está atravesado en su mayoría por conjuntos de fallas geológicas, de las cuales unas son más activas que otras, cuya cantidad, magnitud y frecuencia de los eventos generados por una falla geológica determinada es variable, lo que provoca que ciertas regiones sean más activas que otras.

El sistema principal dextral de fallas se encuentra dentro de los principales sistemas de fallas geológicas que atraviesan nuestro territorio, desde el nororiente hasta el golfo de Guayaquil, dicho sistema ha provocado la mayoría de los grandes terremotos en la región Interandina, el otro sistema importante es el denominado de fallas inversas, de las estribaciones de la cordillera real. Las profundidades de los sismos provocados por fallas tectónicas, varían desde superficiales hasta profundidad media, la cual es el rango de profundidad de la mayoría de los sismos del Ecuador.

Abreviaturas

NEC: Norma Ecuatoriana de la Construcción.

PDOT: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

SENPLADES: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo

MIDUVI: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censo

USGS: Servicio Geológico de los Estados Unidos

IGPN: Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional

MADS: Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDIGER: Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x , L_y : Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

L_{gz} : Coeficiente de participación normalizado correspondiente al grado de libertad rotacional.

M_x , M_y : Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

2.3 Marco legal

2.3.1 Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC)

Remitida mediante acuerdo ministerial Nro. 0028, el 19 de agosto del 2014 y su actualización mediante acuerdo ministerial Nro. 0047 el 15 de diciembre del 2014, se tomó en cuenta una de las siete guías prácticas de ejecución de las normas ecuatorianas de la construcción (NEC-2015) para la correcta aplicación de la normativa.

2.3.2 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

Art. 54.- “Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres¹(Ministerio Coordinador de la Policía y Gobiernos Autónomos Descentralizados., 2011)

Art. 57.- Expedir la ordenanza de construcción que comprenda las especificaciones y normas técnicas y legales por los cuales deban seguirse en el cantón la construcción, reparación, transformación y demolición de edificios y de sus instalaciones.

2.3.3 Sesión novena (Gestión de Riesgos)

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad. (Constitución, 2008)

El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la Ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.

¹ Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015).

² Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD, 2011); Art. 54 y 57.

³ Sesión Novena: Gestión de Riesgos; Art. 389.

2. Generar, democratizar el acceso y difundir la información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente y en forma transversal la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

Art. 390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico.

Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad (Constitución., 2008)

2.3.4 Ley Orgánica de Educación Intercultural

A través del Ministerio de Educación las instituciones educativas públicas y privadas en todos los niveles deben capacitarse en temas de prevención, mitigación, gestión y manejo de riesgos y desastres de origen natural tales como: eventos sísmicos, erupciones volcánicas, inundaciones, tsunamis, deslaves, efectos de fenómenos

climatológicos, entre otros, a fin de crear una cultura de prevención entre el alumnado y sus familias (LOEI, 2017)²

^{4 y 5} Sesión Novena: Gestión de Riesgos; Art. 390 - Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI, 2017)

2.4 Glosario de términos

Análisis estructural

Es un procedimiento que facilita resultados globales como reacciones, desplazamientos, esfuerzos, curvaturas, elongaciones, así como también determina el comportamiento a nivel local tensiones, deformaciones, etc. El análisis estructural es muy importante y fundamental para aproximar el comportamiento real de la estructura, ya que de esta manera podemos precisar y asegurar la no superación del estado límite y así realizar el diseño de la estructura para que resista cualquier evento sísmico (NEC., 2016).

La Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) propone varios tipos de análisis estructural como son:

Análisis dinámico lineal

Considera varios grados de libertad con una matriz de rigidez lineal, y se tiene varios periodos de vibración y el primero va a ser fundamental, su acción sísmica se simula a través de espectros de aceleraciones o desplazamientos.

Análisis estático lineal

Es aplicable a estructuras regulares, sólo toma en cuenta un solo grado de libertad por planta y se obtiene un solo periodo de vibración y su acción sísmica simulada es a través del cortante basal el cual se distribuye en cada uno de los pisos (Sarmiento, 2012).

Comportamiento estructural

Se define como comportamiento estructural al modo de como pueda responder una estructura ante sollicitaciones externas como los eventos sísmicos, este comportamiento depende de muchos factores como: las condiciones geológicas, la calidad de los materiales y de los procesos constructivos, otros factores importantes que inciden en este comportamiento son: la intensidad y duración del sismo (Noriega, 2011).

CYPECAD

Es un software creado en la década de los 80s por la empresa española CYPE Ingenieros S.A con la finalidad de realizar cálculos y dimensionamientos de estructuras de hormigón armado, dicho programa permite un análisis bi y tridimensional de la estructura incluida la cimentación, además se encuentra adaptada las ultimas normativas de varios países.

El daño sísmico

Pretende representar el deterioro físico de los diferentes elementos o el impacto económico asociado. En este sentido, es común referirse a daño físico y daño económico (Yepez, 1996). El daño físico que puede sufrir una edificación generalmente se califica como:

Estructural: depende del comportamiento de los elementos que forman parte del sistema resistente tales como; vigas, pilares, muros forjados, etc. Se relaciona con las características de los materiales que la componen, su configuración y ensamblaje, el tipo de sistema resistente y las características de la acción. Se cuantifica mediante el índice de daño correspondiente a cada uno de los elementos estructurales, cuya ponderación sobre parte o la totalidad de la estructura, permite la definición de los llamados índices de daño globales.

No estructural: asociados a los elementos arquitectónicos y los sistemas mecánicos, eléctricos, sanitarios, así como del contenido de la edificación. Se relaciona con los niveles de deformación y distorsión que sufre la estructura y en ocasiones, con las aceleraciones a las que está sometida durante el proceso.

Daño económico: se define como la relación entre los costes de reparación y los costes de reposición, e incluyen tanto los costes de daño físico directo como los costes de daños indirectos intenta representar el daño en términos de pérdidas económicas o costes financieros tomando en cuenta la aceleración de los diferentes componentes estructurales y no estructurales y generalmente se hace a través de métodos empíricos, teóricos y empíricos.

Estabilidad estructural

La probabilidad del colapso ante la ocurrencia de posibles réplicas son mínimas en la que el sistema de cargas verticales continua garantizando la estabilidad del edificio. . (Meli, 2012).

Estados o grados de daños

Una primera alternativa para describir el nivel de daño consiste en definir diferentes estados de daño de la edificación. Para ello, se emplean términos o definiciones cualitativas que sirven como indicadores del grado de daño global de la edificación o del nivel de perturbación que sufre el mantenimiento de sus funciones. Constituyen una medida discreta de nivel de deterioro que puede sufrir la edificación. Existe una diversidad de escalas de estados de daño utilizados por diferentes autores (Singhal & Kiremidjian, 2012). Que intentan describir de la mejor manera posible la naturaleza y extensión del daño sufrido por los componentes estructurales; sin embargo la mayoría de los trabajos han utilizado cinco estados de daños básicos identificados a través de los siguientes calificadores: ninguno, menor, moderado, severo, y colapso.

Estructura

Elemento estructural que ayuda en la resistencia de cargas verticales, sísmicas y de cualquier otro tipo (NEC, 2015).

Factor z

Constituye el incremento máximo en roca esperada para el sismo de diseño, mencionada como división del incremento de la gravedad (NEC, 2015).

Fisura

Rotura de distinta profundidad, espesor y longitud que surgen en los elementos de la superficie, exhibiéndose externamente como un desarrollo (Peña & Meza, 2008).

Patologías Estructurales

“Estudia los problemas que se presentan en las estructuras después de su ejecución, abarcando todas las imperfecciones visibles y no visibles de la edificación construida” (Singh, 1995).

Peligro Sísmico

Se define peligro sísmico a la medida de la frecuencia de los sismos y su intensidad para un sitio determinado y un periodo específico de tiempo, donde los parámetros como; aceleración, velocidad, magnitud son cuantificadas. Para obras de gran importancia como edificios de gran altura o presas para centrales hidroeléctricas, etc., se debe realizar estudios de riesgo sísmico, y para pequeñas obras se puede diseñar con estudios de una zonificación sísmica de cada país o región.

La estimación de la peligrosidad sísmica, parte de la definición de tres elementos principales que son:

- Caracterización de la fuente sísmica.
- Caracterización de la atenuación del movimiento.
- Caracterización del efecto de sitio.
- Zonificación sísmica en el Ecuador.

Peligrosidad sísmica

Los parámetros como aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud son cuantificados en la que se determina la probabilidad de excedencia, intrínsecamente de un periodo específico de tiempo y de una región determinada, de movimientos del suelo (NEC, 2015).

Rigidez

Cualidad de un componente estructural para resistir esfuerzos sin adquirir grandes imperfecciones y desplazamientos (NEC, 2015).

Seguridad

Corresponde a la capacidad esperada de la estructura con la aplicación de códigos normales, los daños en los elementos estructurales y no estructurales son mitigados y de esta manera se garantiza la estabilidad de la edificación.

Vulnerabilidad

Son las características y circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles o propensos a los efectos dañinos de una amenaza (CIIFEN, 2009).

Vulnerabilidad Estructural

Para un análisis de vulnerabilidad estructural se debe tener muy en cuenta lo siguiente: configuración arquitectónica, irregularidades en elevación y en planta, ya que estas son consideradas debilidades de una estructura.

Vulnerabilidad Funcional

“Analiza la susceptibilidad de edificaciones esenciales que ante un evento sísmico deben mantener su funcionalidad y operatividad tales como hospitales, escuelas, etc. Evalúa aspectos de infraestructura, sistemas de agua, luz, gas, accesibilidad, etc.” (Paula, 2013).

Vulnerabilidad no Estructural

En el análisis de la vulnerabilidad no estructural en edificaciones consiste en tomar en cuenta como valor principal que se encuentra de la edificación, es decir se toma mayor importancia al contenido de la edificación, que a la estructura en sí (Romero, 2016).

Vulnerabilidad sísmica

El objeto de la vulnerabilidad sísmica es determinar las debilidades de una edificación que podrían ocurrir durante un evento sísmico de determinadas características, por lo general se evalúan las edificaciones en los entornos urbanos, debido a que allí se concentra la mayor parte de las infraestructuras. La vulnerabilidad sísmica no solo depende de la edificación en estudio sino también del lugar donde se va a implantar.

“Un análisis de vulnerabilidad se realiza a través de funciones de vulnerabilidad o fragilidad, que relacionan probabilísticamente una medida de intensidad sísmica con una medida de daño en la edificación” (NECSERE, 2015).

Zonas sísmicas

Se encuentra catalogado como amenaza sísmica alta todo el territorio ecuatoriano con excepción del nororiente que presenta una intermedia amenaza sísmica (NEC, 2015).

2.5 Sistemas de Variables

Variable Independiente

Amenaza sísmica en la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui.

Variable dependiente

Modelamiento del comportamiento estructural.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Nivel de investigación

El nivel de profundidad de la investigación está dado como:

Exploratorio

Sirve para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, debido a que es el primer trabajo investigativo enfocado en el análisis estructural que se realiza en la Unidad Educativa Roberto Arregui se pretende examinar el tema de investigación para ayudar en la preparación de nuevos estudios, dicho método conlleva a posibles variables en el análisis del proyecto para establecer prioridades para investigaciones posteriores.

Descriptivo

Se obtendrá datos a través del programa CYPECAD y estudios adicionales al tema de estudio, para que de esta manera se establezcan rangos y valores considerando el fenómeno, componentes y definiendo las variables para describir su comportamiento y capacidad de resistencia ante los posibles sismos que afecten la Unidad Educativa Roberto Arregui.

3.2 Diseño de investigación

En el presente trabajo se analizará estructuralmente a la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui mediante la utilización del programa CYPECAD el cual arroja resultados cuantitativos que permite reducir tiempos para garantizar y optimizar resultados para un mejor análisis para el comportamiento estructural, previamente se debe realizar un levantamiento de información tanto arquitectónico como estructural y determinar los parámetros requeridos por el programa, además de obtener los ensayos no destructivo para determinar la resistencia a compresión simple del hormigón utilizado.

3.3 Población y muestra

La población y muestra del proyecto será la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui ubicada en la avenida Guayaquil, calle Gabriel Ignacio de Veintimilla de la Ciudad de Guaranda, provincia Bolívar. La estructura de la unidad educativa tiene un área total de

192 m² con una antigüedad de 39 años, su diseño de estructura es sencilla de elevación y planta, en su configuración estructural cuenta con 2 vigas transversales separadas a “6m c/d” y 7 columnas verticales separadas a “4.50m c/d”, dando origen a espacios o sitios de trabajos de 9x6m², el material predominante es el hormigón armado.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados son las siguientes:

Para la obtención del primer objetivo se utilizó el método de recolección de información secundaria para determinar los parámetros requeridos por el programa CYPECAD. Este método es de carácter documental que puede ser utilizado no sólo por el investigador que la hace, sino por otros investigadores, la fidelidad de lo que en ella se consigna asegura su utilización por varias personas y en cualquier momento, como tal determina en gran medida la calidad de la información, siendo esta la base para las etapas subsiguientes y para los resultados.

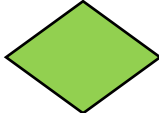
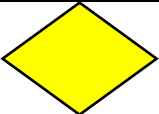
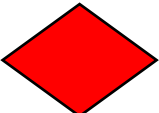
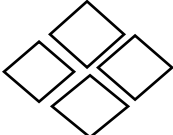
Para la obtención del segundo objetivo el cual fue analizar el comportamiento estructural, el método aplicado fue experimental ya que se procedió a ingresar los datos recopilados de la estructura para efectuar el modelamiento estructural, para determinar la vulnerabilidad sísmica en el programa CYPECAD, permitiendo identificar la forma de la estructura y establecer los periodos de vibración, de tal forma que permita contribuir a un mejoramiento de la edificación.

Para la obtención del tercer objetivo el cual fue recomendar los protocolos de actuación ante sismos, se utilizó la metodología de análisis de riesgos por colores que permitió identificar los riesgos existentes en la Unidad Educativa, mediante la utilización de fichas de campo estandarizados para posteriormente conformar el comité institucional de gestión de riesgos. Este método se utiliza para identificar de una forma general y cualitativa tanto las amenazas como las vulnerabilidades de personas y recursos, con la finalidad de determinar el nivel de riesgo con códigos de colores. Una vez realizado el análisis se podrá implementar diferentes acciones en cuanto a prevención, mitigación y respuesta.

Se lo puede implementar y adaptar a cualquier tipo de establecimientos, puesto que nos dará resultados cualitativos, mediante el análisis se observará la necesidad de profundizar más en ciertos aspectos.

Simbología

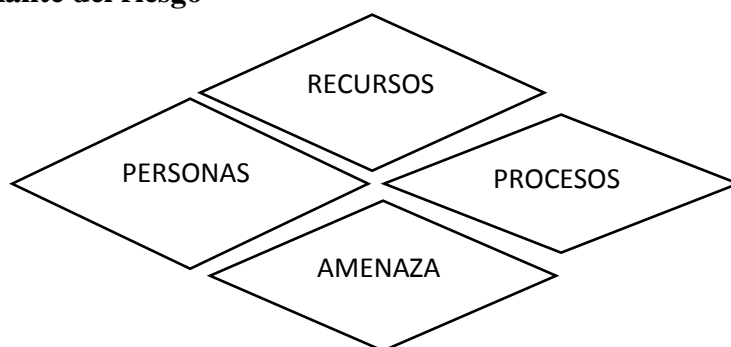
En la siguiente tabla se observa la simbología a implementarse:

| | | |
|---|---------------------|--|
|  | POSIBLE | Fenómeno que puede suceder ya que no existen razones para indicar que no sucederá. |
|  | PROBABLE | Fenómeno esperado con razones para creer que sucederá. |
|  | INMINENTE | Fenómeno esperado con alta probabilidad de ocurrir. |
|  | DIAMANTE DEL RIESGO | Cada uno de los rombos tendrá que se asignará de acuerdo al análisis realizado. |

Fuente: IDIGER, 2016

Elaborado por: Guachilema, 2019

Diamante del riesgo



Fuente: IDIGER, 2016

Elaborado por: Guachilema, 2019

Contenido del análisis de riesgos por colores

Dentro del contenido se manejarán diferentes tablas, en la primera se detallará la identificación, descripción, y análisis de amenazas, dicha tabla se calificará de acuerdo a los colores mencionados en la simbología.

En la tabla primera tabla se utilizarán los siguientes datos:

| AMENAZA | INETRNO | EXTERNO | DESCRIPCION DE LA AMENAZA | CALIFICACIÓN | COLOR |
|---------|---------|---------|---------------------------|--------------|-------|
|---------|---------|---------|---------------------------|--------------|-------|

En la primera columna se establece el tipo de amenaza, en la segunda y tercera columna se describe si es de origen interno o externo, en la cuarta columna se describe lo máximo lo máximo posible sobre el evento, posteriormente se realiza la calificación y en la última columna se coloca el color de acuerdo a la calificación.

La siguiente tabla que se muestra corresponde a las vulnerabilidades, la cual se compone de tres elementos y cada uno se analizará desde tres aspectos.

| PERSONAS | RECURSOS | SISTEMAS Y PROCESOS |
|------------------------------|-------------|---------------------|
| Gestión organizacional | Suministros | Servicios |
| Capacitación y entrenamiento | Edificación | Sistemas alternos |
| Características de seguridad | Equipos | Recuperación |

Fuente: IDIGER, 2016

Elaborado por: Guachilema, 2019

En el análisis de vulnerabilidad se manejarán varias preguntas que se formularán, seguido de la respuesta que tendrá tres opciones, “SI”, “NO”, y “PARCIAL”, finalmente se determina la calificación a cada una de las respuestas, las cuales se establecen mediante los siguientes criterios: “SI” calificación= 1; “PARCIAL” calificación= 0,5; y “NO” calificación= 0, una vez concluido se sacará el promedio de todas las calificaciones. La tabla tendrá además una columna de observaciones en el caso de ser necesario.

Para el análisis de vulnerabilidad de los recursos, sistemas y procesos se lo efectúa de la misma manera y con las mismas calificaciones de la tabla anterior.

Una vez obtenida las calificaciones de las vulnerabilidades se lo interpretará de la siguiente manera y de acuerdo a las siguientes condiciones:

| | |
|----------------------|-----------------------|
| Rango de 0.68 a 1 | Calificación= Bueno |
| Rango de 0.34 a 0,67 | Calificación= Regular |
| Rango de 0 a 0.33 | Calificación= Malo |

Fuente: IDIGER, 2016

Elaborado por: Guachilema, 2019

Para la interpretación de la vulnerabilidad total por cada elemento resulta de la sumatoria de los subtotales y se interpreta de acuerdo a la siguiente tabla:

| RANGO | INTERPRETACIÓN | COLOR |
|-----------|----------------|----------|
| 00-1,00 | ALTA | ROJO |
| 1.01-2.00 | MEDIA | AMARILLO |
| 2.01-3.00 | BAJA | VERDE |








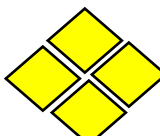












Fuente: IDIGER, 2016

Elaborado por: Guachilema, 2019

Consolidado de análisis de vulnerabilidad

Cuando se haya identificado y analizado las amenazas y vulnerabilidades se procede a definir el nivel de riesgo, las cuales serán combinadas utilizando el diamante de riesgo, formada por cuatro rombos que representan a las amenazas, personas, recursos, sistemas y procesos, cada una poseerá un color acorde al análisis desarrollado y la calificación del riesgo.

Se establecerá acorde a la siguiente tabla:

| | | | | | |
|-------|---|-------|---|--|---|
| 3 o 4 |  | ALTO |  |  |  |
| 1 o 2 |  | MEDIO |  |  |  |
| 3 o 4 |  | |  |  |  |
| 0 |  | BAJO |  |  |  |
| 1 o 2 |  | |  |  |  |

Fuente: IDIGER, 2016

Elaborado por: Guachilema, 2019

3.5 Técnicas de procesamientos de datos

Para el procesamiento de datos del primer objetivo se utilizó guías de programas para la utilización y manejo del software CYPECAD, la cual se procedió a realizar un análisis documental para posteriormente seleccionar los elementos más esenciales y acordes al tema de estudio para determinar los parámetros requeridos por el programa.

Para el procesamiento de datos del segundo objetivo se utilizó datos y gráficos estadísticos que fueron ingresados a través del programa CYPECAD en la que posteriormente arrojó resultados cuantitativos, además se utilizó herramientas adicionales como Excel que facilitó la tabulación de datos estadísticos. En el trabajo de campo se utilizó el esclerómetro cuyo instrumento fue fundamental para la medición de resistencia de la edificación.

Para el procesamiento de datos del tercer objetivo se utilizó fichas estandarizadas que determinan el nivel de vulnerabilidad tanto en recursos, personas y sistemas, para ello fue necesario procesar la información en hojas de cálculo Microsoft Excel.

3.6 Operalización de la variable Independiente: Amenaza sísmica en la Unidad

Educativa Roberto Alfredo Arregui.

| Concepto | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnica e instrumento |
|--|-------------|----------------------------|---|------------------------|
| Probabilidad de ocurrencia entre de un periodo de tiempo y región determinada, movimientos de suelo cuyas medidas como: velocidad, desplazamiento, aceleración, intensidad o magnitud son cuantificados. | Sísmica | Magnitud | Caracterización de las magnitudes sísmicas registradas en el Cantón Guaranda. -Niveles de amenazas según la magnitud del sismo. -Probabilidad de ocurrencia | Búsqueda Bibliográfica |
| | Social | Vulnerabilidad social | -estudiantes, docentes y personal administrativo. - Planes de emergencia. -Simulacros. -Rutas de evacuación. | Ficha de campo |
| | Económica | Vulnerabilidad estructural | -Irregularidad en la planta, número de pisos. Tipo de construcción, cubierta, mampostería, | Ficha de campo |

| | | | | |
|--|--|--|------------------------------------|--|
| | | | paredes, columnas, ventanas. | |
|--|--|--|------------------------------------|--|

Elaborado por: Guachilema, 2019

Fuente: Trabajo de campo

3.7 Operalización de la variable Dependiente: Modelamiento del comportamiento estructural.

| Concepto | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnica e instrumento |
|---|---|--|--|--|
| <p>Modo de respuesta de una estructura ante eventos sísmicos, dicho comportamiento depende de muchos factores como: la calidad de los materiales, la geología y procesos constructivos, además de otros factores importantes como la duración e intensidad del sismo.</p> | <p>Comportamiento estructural</p> <p>Sismo</p> <p>Resistencia</p> | <p>CYPECAD</p> <p>Desplazamientos</p> <p>Cálculo</p> <p>Materiales</p> | <p>¿Es necesaria la ayuda de un software para el cálculo?</p> <p>¿Cuál es el resultado si no se analiza los desplazamientos?</p> <p>¿Es necesario un cálculo específico para un proyecto estructural?</p> <p>¿Es importante la calidad de los materiales en la construcción de un edificio de hormigón armado?</p> | <p>Herramientas computacionales y normativas</p> |

Elaborado por: Guachilema, 2019

Fuente: Trabajo de campo

CAPÍTULO 4

RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEDOS

Resultados del objetivo 1

4.1.1 Determinación de los parámetros requeridos por el programa para el modelamiento estructural.

4.1.2 Entrada de datos

En este parámetro se eligen las acciones sísmicas (análisis modal y estructural), seleccionando las características según lo descrito en las normas NEC 2015, Cabe mencionar que no se analizó con las acciones de viento ya que para estas acciones se debe llevar a cabo el proceso de metrado para poder construir de manera más eficiente, además las cargas de viento varían con la localidad geográfica, las alturas sobre el nivel del terreno, los tipos del terreno y algunos otros factores.

4.1.3 Geometría de la estructura

A través de las vistas en planta de los distintos niveles de la estructura se efectúa la introducción geométrica, del mismo modo que se representa los planos en obra.

Con el programa CYPECAD se puede introducir los datos de una estructura de varios modos diferentes:

- **Representación de ficheros en formato IFC generados por programas CAD/BIM:** A través de ficheros en formato IFC creados por los programas CAD/BIM admite importar a CYPECAD, la información que se extrae de un fichero puede ser: pilares, vigas de contornos exteriores y huecos inferiores, distribución y cargas de plantas.
- **Descripción de la información de ficheros DXF o DWG:** A través de un asistente que facilita que el programa describa los ficheros en formato DWG y DXF, menciona unas condiciones y complementa una serie de datos para crear la estructura del trabajo.
- **Estructuras 3D completas:** Se pueden situarse sobre los elementos como: vigas, arranques y pilares o reticulares en la que se vincula a la estructura CYPECAD a través de las conexiones.³
- **Con apoyo de DXF o DWG usados como plantillas:** Con una exactitud máxima de milímetros es viable aplicar las capturas a los elementos del dibujo

¹ CYPE Ingenieros; <http://cypecad.cype.es/>

en formato DWG o DXF, para que se acoplen a las posiciones que posee dichos ficheros.⁴

- **Introducción por coordenadas globales o relativas:** El programa además permite la introducción de pilares y vigas por coordenadas o a cualquier otro punto.

4.1.4 Componentes estructurales analizados

En este parámetro el programa requiere varios elementos a analizar tales como; soportes, escalares, cimentación, vigas, forjados, y estructuras 3D integradas,

Soportes: Las columnas pueden ser de hormigón armado rectangulares y circulares, metálicos y mixtos de hormigón y acero.

Escalares: A través del método de los elementos finitos el software calcula las escalares teniendo en cuenta las dos hipótesis usuales para el cálculo de escalares cuyas conjeturas son: Sobre carga de uso y cargas permanentes.

Cimentación: Puntualizando el factor de balasto al aplicar la teoría de winkler esta puede ser flotante o fija.

Vigas: Pueden ser de hormigón, metálicas, mixtas y de madera, la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui se encuentra construida de hormigón armado.

Forjados: Pueden ser, prefabricado, prefabricados pretensados, de vigueta de hormigón (genéricas), in situ, metálicos y armados.

Estructuras 3D completadas: Pueden ser de metal o madera, hecha por nudos y barras con seis grados de libertad que se enlaza a la estructura principal de la construcción.

4.1.5 Análisis de solicitaciones

Mediante el método matricial de rigidez se efectúa el cálculo espacial en 3D, creando todos los elementos que delimitan la estructura, muros pilares y forjados.

4.1.6 Cálculo sísmico

Se efectúa a través de un análisis espectral integro que define cada modo como una suposición y verifica la expansión modal y la combinación modal para la elaboración de esfuerzos, para el método de diseño sísmico por capacidad de vigas y soportes de

² CYPE Ingenieros; <http://cypecad.cype.es/>

hormigón, el software calcula la capacidad de flexión y a cortante de determinadas normas, en este caso se lo efectuará con las normas NEC 2015.

- **Criterios de diseño sísmico por capacidad para losas:** Mediante las comprobaciones por desplazamiento que efectúa CYPECAD se observa automáticamente las distintivas geométricas y mecánicas de pilares y vigas de hormigón.
- **Cálculo sísmico con amplificación de esfuerzos en plantas diáfanos o con tabiquería menos rígida que el resto de plantas:** En las plantas que desee el usuario, el programa CYPECAD admite introducir factores de adición de momentos y cortantes para muros, vigas, pilares y pantallas en las plantas que desee el usuario a parte de la norma seleccionada.
- **Interacción de la estructura con los elementos constructivos:** Tiene en cuenta varios modelos de comportamiento de la edificación sobre distintas situaciones o estados de dichos elementos, el programa posee una herramienta informática que realiza un análisis dinámico de edificaciones expuestas a acciones sísmicas que contienen el efecto de los compendios constructivos no estructurales, implementado en las particiones y cerramientos de un edificio.
- **Espectro sísmico especificado por el usuario:** La normas sismo resistentes proveen los criterios que se efectúan dentro de una determinada área para la consideración de la acción sísmica en el programa, como ya se había mencionado las normas NEC 2015, fueron las que se implementó en el siguiente trabajo.

4.1.7 Comprobación de resistencia al fuego

Con este parámetro de comprobación de resistencia al fuego, el programa CYPECAD realiza para barras de acero y barras de madera.

4.1.8 Análisis de resultados

- **Editor avanzado de pilares:** Indica cualquier información respecto con su dimensionamiento.
- **Editor avanzado de vigas:** Suministra al beneficiario una gran validez en la verificación y transformación del dimensionamiento de las vigas metálicas y de hormigón.⁵

4.1.9 Exportación

- **Exportación en formato IFC:** Accede la información generada y creada en CYPECAD la cual puede reconocerse en programas CAD/BIM.
- **Exportación a TEKLA Structures y a CIS/2:** Se exporta los pilares, las vigas y el despiece de uniones, y de sus estructuras 3D integradas.

4.1.10 Documentación obtenida

- **Planos:** El usuario tiene la facilidad de configurar en distintos formatos y tamaños de papel.
- **Listados:** Se podrá obtener el listado de obras, composiciones utilizadas en el cálculo de medición, envolventes, cortas, armados, ménsulas, y cimentación de todos los elementos.

4.1.11 Medición y presupuesto en CYPECAD

Se puede editar o imprimir el presupuesto de la estructura calculada en el software, además se puede exportar y generar a cualquiera de las versiones operativas de Arquímedes o al formato estándar FIEBDC.⁶

³ CYPE Ingenieros; <http://cypecad.cype.es/>

⁴ CYPE Ingenieros; <http://cypecad.cype.es/>

Resultado del Objetivo 2

4.2 Analizado el comportamiento estructural de la unidad educativa mediante la utilización del software CYPECAD para la determinación del grado de validez del programa aplicado.

- El riesgo sísmico tiene que ver con el peligro sísmico descrito para todo el territorio nacional y con la vulnerabilidad de las edificaciones que se reducirá con la aplicación obligatoria de criterios y métodos de diseño.
- Las NEC SE DS establece un conjunto de requisitos mínimos para el diseño de estructuras de edificación que están sujetas a los efectos de terremotos que podrían presentarse en algún momento de su vida útil.
- Para las estructuras de ocupación especial y edificaciones esenciales, además de los requisitos aplicables a las estructuras de uso normal, se aplicarán verificaciones de comportamiento inelástico para diferentes niveles de terremotos.
- La resistencia mínima de diseño para todas las estructuras deberá basarse en las fuerzas sísmicas de diseño establecidas en las NEC SE DS o El nivel de desempeño sísmico establecido en el mismo. [Ver anexo 7](#)

4.2.1 Datos generales

- En la ventana de datos generales, admite exponer el nombre, descripción, normativas a manejar en el cálculo, definición de materiales, opciones de armado, coeficientes de pandeo, hipótesis de carga, y demás acciones que serán consideradas en el cálculo del edificio como son: sismo, viento y fuego.
- Se trabajó con la norma NC-SE-DS 2014 ECUATORIANA tanto para hormigones como para el acero.

Para el cálculo se consideró las siguientes características:

Hormigón: $f_c = 210 \text{ Kgr/m}^2$

Acero $f_y = 210 \text{ Kgr/m}^2$

- En las estructuras no se utilizará las opciones de perfilaría, madera, aluminio y pernos, por lo tanto, no se necesita una asignación especial.

Ilustración 1: Datos generales

Guardar como

Nombre de la obra
C:\Users\Asus\Desktop\modelo unidad educativa\UNIDAD EDUCATIVA CHAOVIN

Nombre del archivo .c3e

Descripción

Datos generales

Arch.: **aulas**

Descripción:

Normas:

Hormigón armado

Hormigón

Losas

Fundación

Pozos romanos

Columnas

Muros

Características del árido

Acero

Barra

Pernos

Perfiles

Acero

Laminados y armados

Conformados

Madera

Aluminio extruido

Acciones

Con acción de viento

Con acción sísmica

Criterio de armado por ductilidad

Elementos constructivos

Comprobar resistencia al fuego

Coefficientes de pandeo

Pilares de hormigón y mixtos

f_x f_y

Columnas de acero

f_x f_y

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Ilustración 2: Coeficiente de reducción

| Coeficiente de reducción | |
|---|--------------------------|
| Sistemas estructurales dúctiles | Coeficiente de reducción |
| Sistemas duales | |
| Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón amado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón amado o con diagonales rigidizadoras. | 8 |
| Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón amado. | 8 |
| Pórticos con columnas de hormigón amado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas). | 8 |
| Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón amado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón amado o con diagonales rigidizadoras. | 7 |
| Pórticos resistentes a momentos | |
| Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón amado con vigas descolgadas. | 8 |
| Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos amados de placas. | 8 |
| Pórticos con columnas de hormigón amado y vigas de acero laminado en caliente. | 8 |
| Otros sistemas estructurales | |
| Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón amado. | 5 |
| Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón amado con vigas banda. | 5 |
| Sistema estructurales de ductilidad limitada | Coeficiente de reducción |
| Pórticos resistentes a momentos | |
| Hormigón Amado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM, limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros. | 3 |
| Hormigón Amado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con amadura electrosoldada de alta resistencia. | 2.5 |
| Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos. | 2.5 |
| Muros estructurales portantes | |
| Mampostería no reforzada, limitada a un piso. | 1 |
| Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos. | 3 |
| Mampostería confinada, limitada a 2 pisos. | 3 |
| Muros de hormigón amado, limitados a 4 pisos. | 3 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.2 Estimación del periodo fundamental

Debe conseguirse a partir de las facultades de su medio de resistencia sísmica en la dirección estimada y entorno a los principios de la dinámica estructural. De manera alterna, en su totalidad las normas sísmicas disponen el uso de otros procedimientos para evaluar el periodo esencial:

- Como fórmulas prácticas proporcionadas en su articulado.
- Como otras técnicas, siempre que estén apropiadamente sustentados tanto analítica o experimentalmente.

Con el valor del periodo fundamental estimado, se calcula el cortante estático correspondiente en la base de la estructura, a partir del cual se pueden concordar los

resultados eficientes a unas mínimas normativas prescritas, si se aplica el método dinámico, o bien crear la distribución de fuerzas laterales estáticas equivalentes, en el caso de aplicar el método estático.

4.2.3 Acción sísmica

El capítulo 2 de la norma ecuatoriana de la construcción nos da los siguientes parámetros:

Tabla 1: Datos para la obtención de espectro elástico

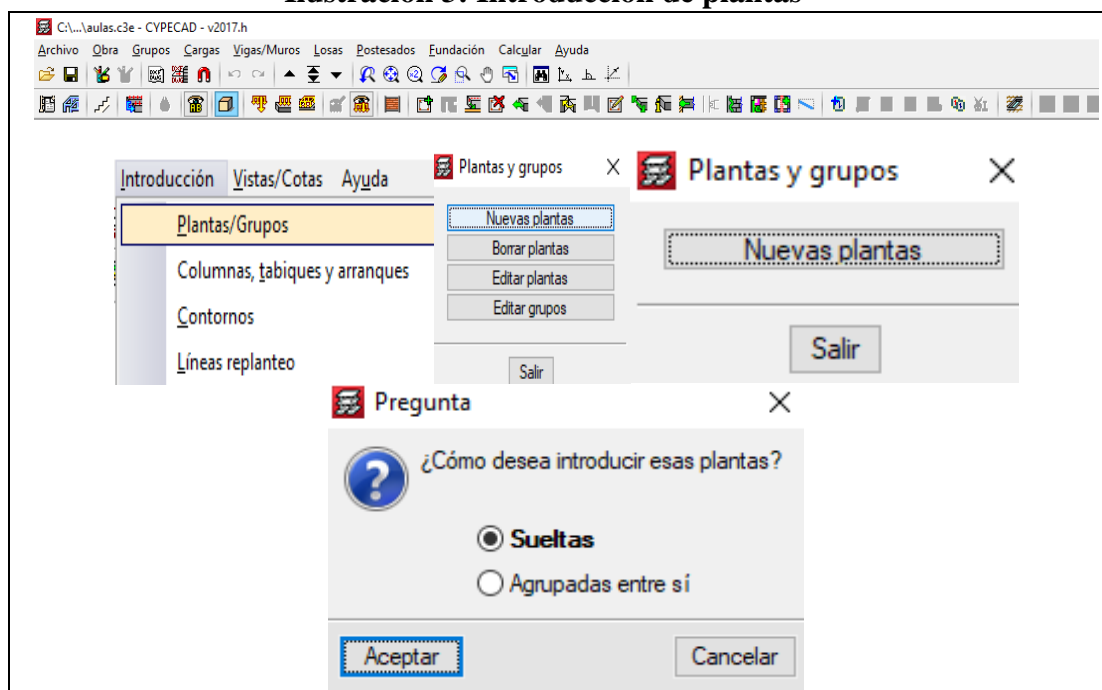
| | | | |
|---------------|------|-----------|--|
| Zona | IV | Tabla 2.1 | Amenaza sísmica alta |
| Z | 0.35 | Tabla 2.2 | Guaranda- Bolívar |
| Tipo de suelo | C | Tabla 2.3 | Perfiles de suelos muy denso o roca blanca |
| Fa= | 1.23 | Tabla 2.5 | Tipo de suelo y factores de sitio |
| Fd= | 1.35 | Tabla 2.6 | Tipo de suelo y factores de sitio |
| Fs= | 1.25 | Tabla 2.7 | Tipos de suelo y factores del comportamiento inelástico. |
| r= | 1 | | Para tipos de suelo A, B, O C |

Fuente: NEC, 2015

Elaborado por: Guachilema, 2019

- Se escoge el coeficiente de reducción, dentro de las normas establecidas en el programa CYPECAD, según el sistema estructural a analizar.
- En la pestaña “entrada columnas” se procederá a insertar “plantas/grupos” estableciendo la altura correspondiente a cada planta los cuales están establecidos previamente en la configuración de la estructura de estudio.

Ilustración 3: Introducción de plantas

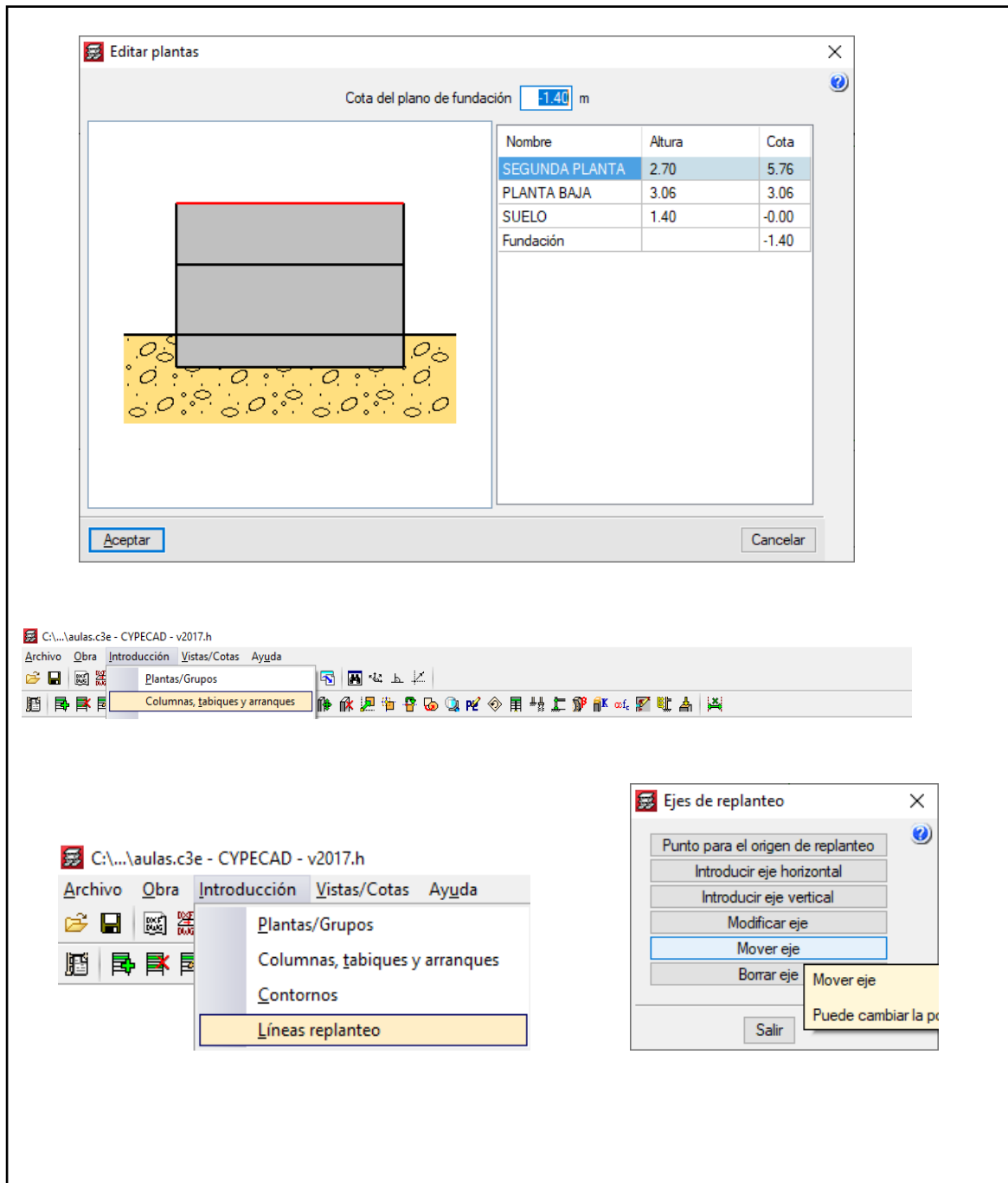


Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

- Se procede a editar el número de plantas de la estructura de acuerdo a la cota, en nuestro caso insertaremos 3 plantas, donde la cota para la fundación va desde “-1.40” a “5.76”, correspondiendo para la primera planta la cota de “1.40” a “3.06”, segunda planta de “3.06” a “5.76”.
- Se colocarán las “columnas/tabique” con sus dimensiones especificadas dentro de la configuración del sujeto de estudio, para culminar con la pestaña “entrada columna”, finalizando con introducción de “líneas de replanteo” para poder avanzar a la pestaña de vigas ubica en la parte inferior izquierda de la venta del programa.
- Se insertarán y editan las columnas de acuerdo a sus dimensiones establecidas en los planos estructurales para nuestro caso sus dimensiones son de “30cmx40cm”. [Ver anexo 1](#)
- Se insertará las líneas de replanteo tanto en eje vertical “1,2,3,4,5,6 &7” como en eje horizontal. “A, B”.

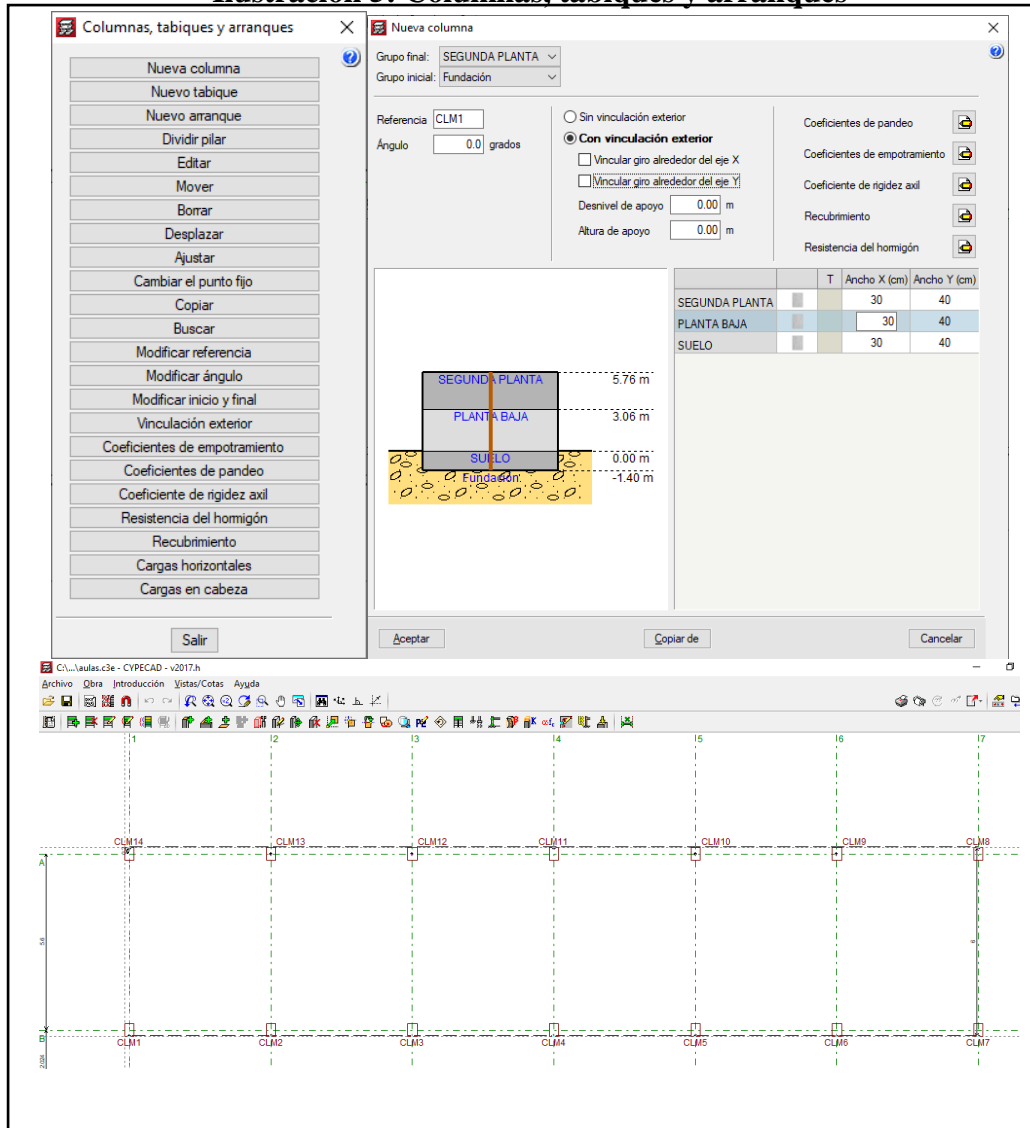
Ilustración 4: Edición de plantas



Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Ilustración 5: Columnas, tabiques y arranques

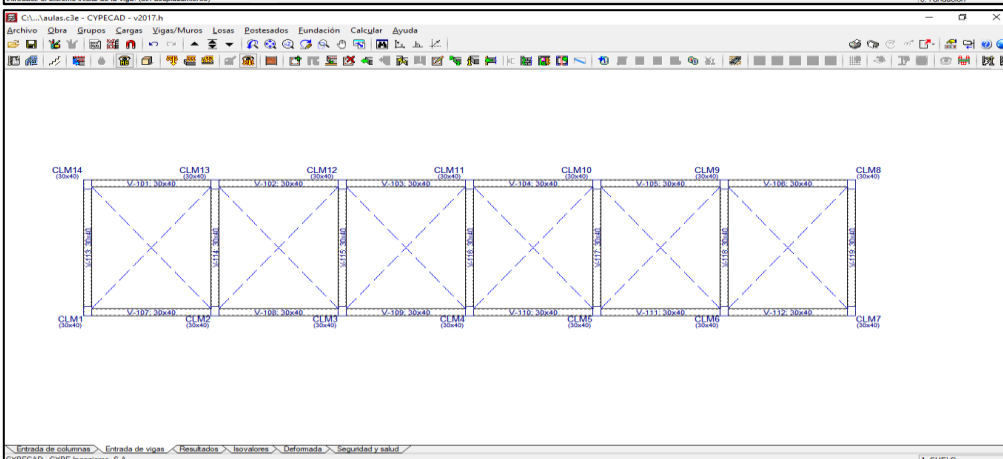
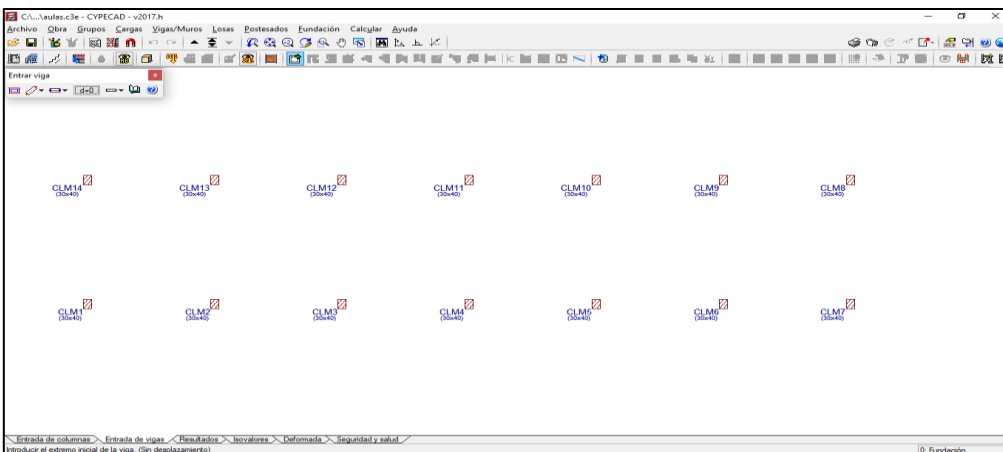
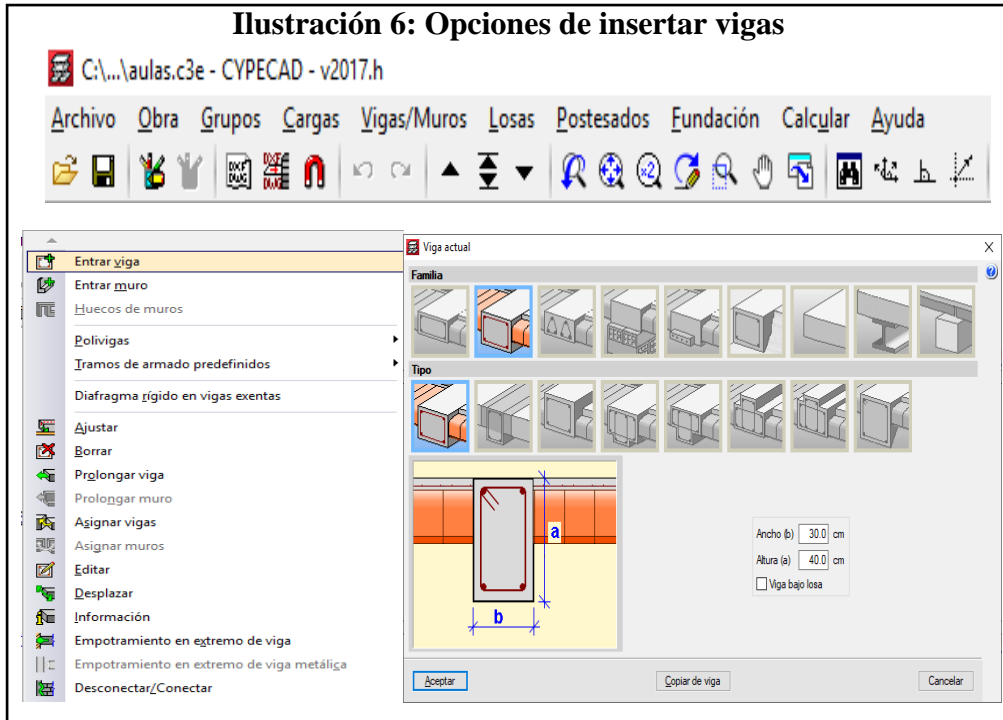


Fuente: NEC, 2015

Elaborado por: Guachilema, 2019

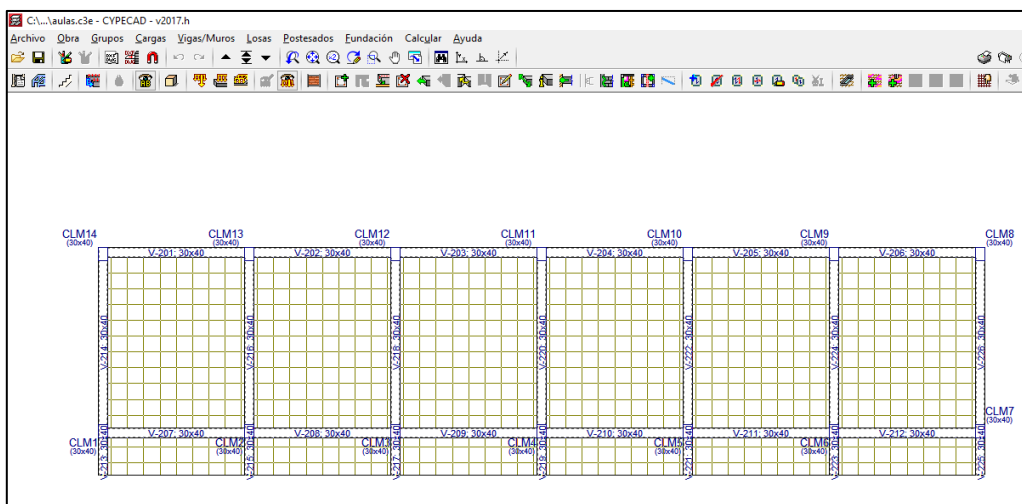
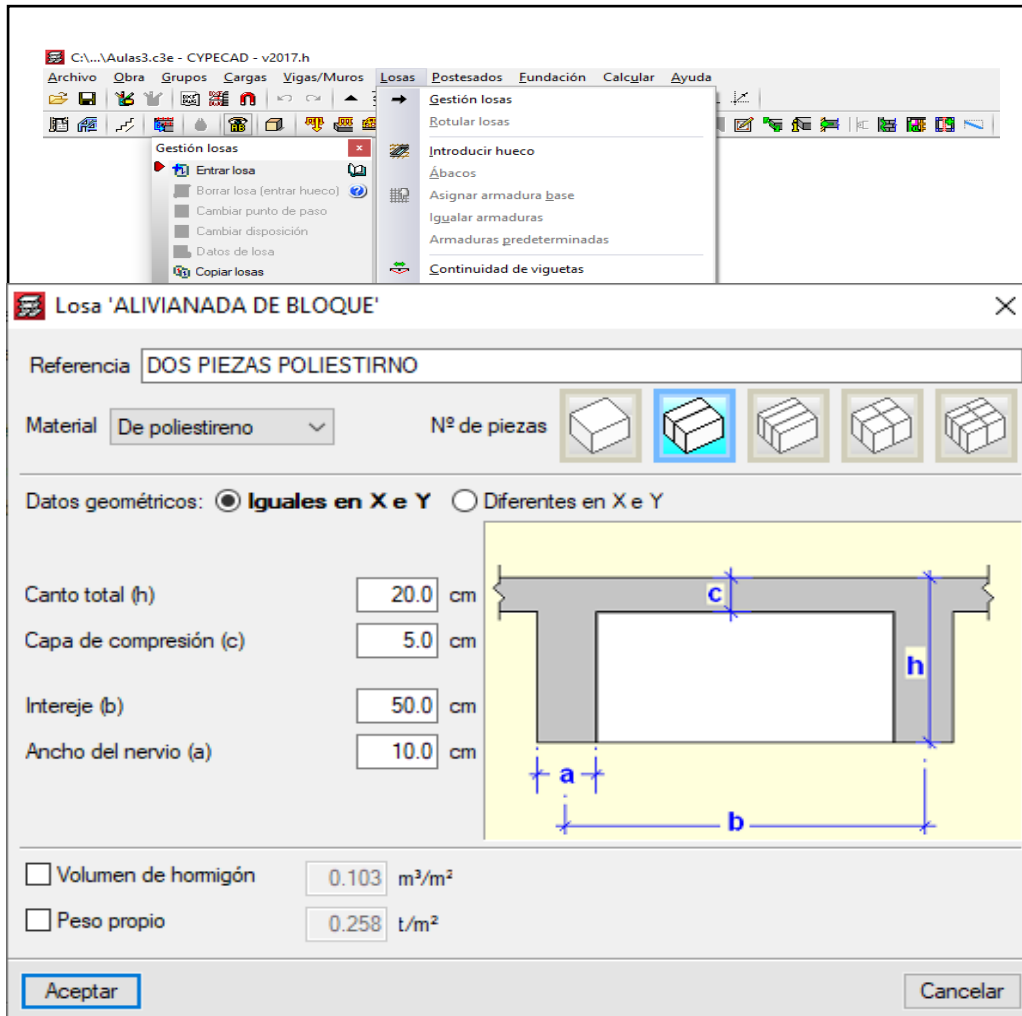
- Pasando a la pestaña vigas se podrá insertar lo que corresponde a vigas, losas, fundación, muros de mampostería y cálculo de la estructura para su modelación en 3D.
- Se insertan las vigas con las dimensiones especificadas en los planos de la estructura “30x40”. [Ver anexo 2](#)
- Se insertan vigas no estructurales (zuncho) en los ejes horizontales para el diseño de volados y corredores de la Institución.
- Se crea y se introducen losas casetonadas: al introducir las losas casetonadas debemos dimensionarla de acuerdo a las dimensiones de “20x15x40”, alivianadas de bloque conformada por dos piezas de poli estireno. [Ver anexo 5](#)

Ilustración 6: Opciones de insertar vigas

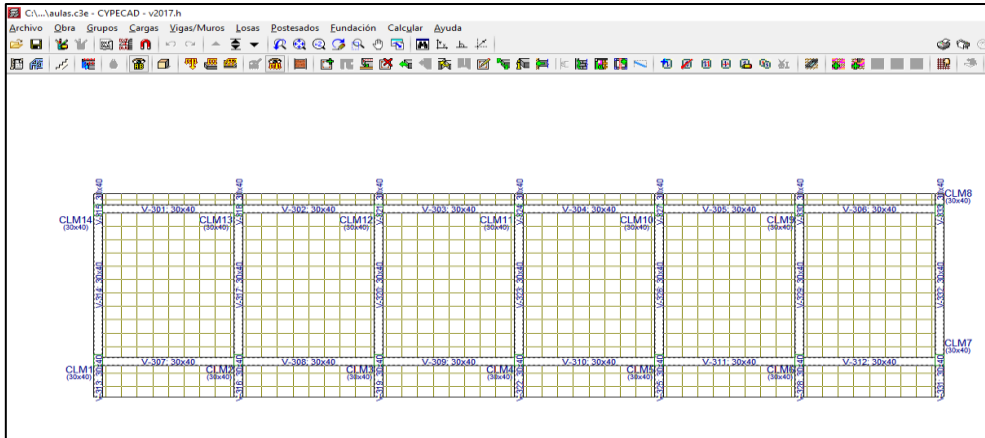


Fuente: NEC, 2015
Elaborado por: Guachilema, 2019

Ilustración 7: Losa alivianada de bloque



Fuente: CYPECAD
Elaborado por: Guachilema, 2019

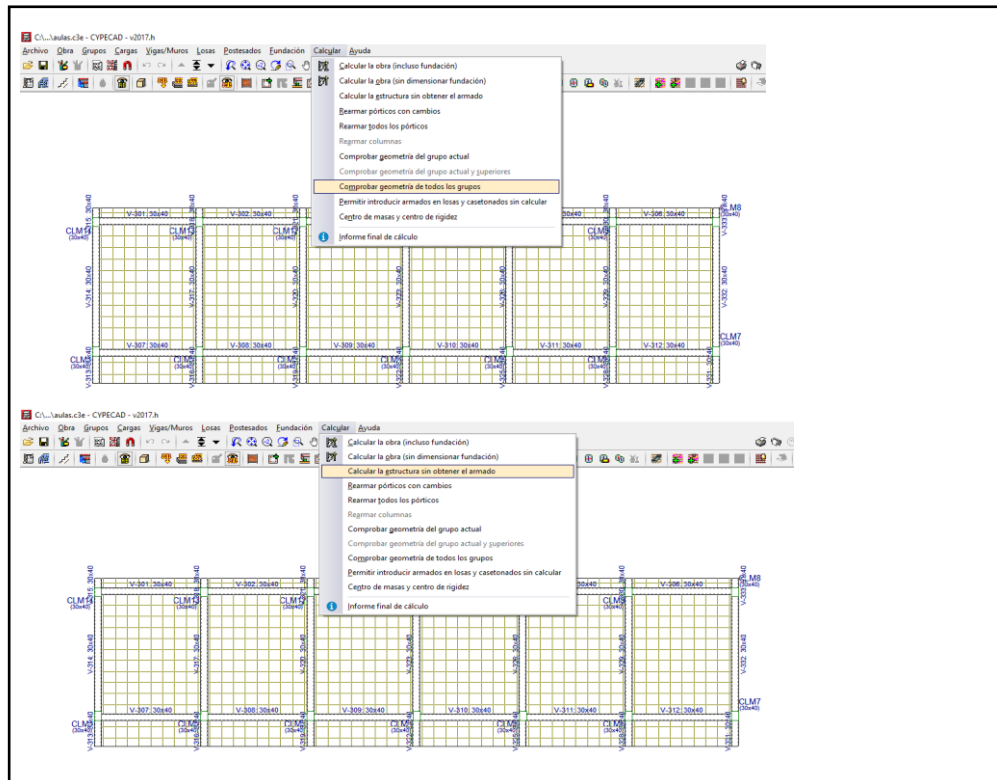


Fuente: CYPECAD
Elaborado por: Guachilema, 2019

Una vez detallada la introducción de columnas, ejes de replanteo, vigas, losas, se procederá a realizar la comprobación de la geometría de los grupos creados anteriormente.

Hecha la comprobación de la geometría de los grupos creados se procede al cálculo de la obra, la cual arrojará los resultados del modelamiento y su modelamiento en 3D.

Ilustración 8: Comprobación de la geometría



Fuente: CYPECAD
Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.4 Análisis y comparación de resultados arrojados por el programa CYPECAD ante le modelamiento sísmico estructural.



Justificación de la acción sísmica
AULAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA ROBERTO
ARRUEGUI ...

Fecha: 24/06/19

1.- SISMO

Norma utilizada: NEC-SE-DS 2014

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Peligro sísmico. Diseño sismo resistente.

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NEC-SE-DS 2014, 6.2.2e)

4.2.5 datos generales de sismo

Tabla 2: Datos generales de sismos

Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): IV

Región sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1): Sierra, Esmeraldas y Galápagos

Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C

Sistema estructural

R_X: Factor de reducción (X) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

R_X: 8.00

R_Y: Factor de reducción (Y) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

R_Y: 8.00

Φ_P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a)

Φ_P: 0.90

Φ_E: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3b)

Φ_E: 0.90

Geometría en altura (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Sistema estructural (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

Sistema estructural (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

h: Altura del edificio

h: 5.76 m

Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Estructuras de ocupación especial

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.00

Factor multiplicador del espectro

: 1.00

Verificación de la condición de cortante basal: Según norma

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Según NEC-SE-DS 2014

Factores reductores de la inercia (NEC-SE-DS 2014, 6.1.6 b)

Vigas primarias frente a la acción sísmica: 0.5

Vigas secundarias frente a la acción sísmica: 0.01

Forjados primarios frente a la acción sísmica: 0.5

Forjados secundarios frente a la acción sísmica: 0.01

Columnas: 0.8

Tabiques: 0.6

Muros: 0.6

Muros de mampostería: 0.5

Fuente: CYPECAD

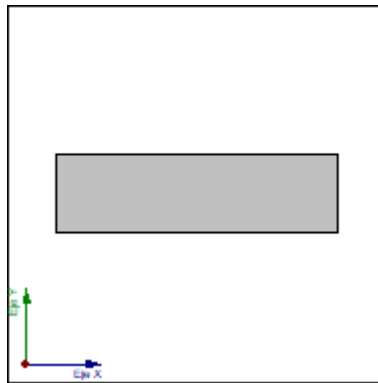
Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.6 Dirección de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Ilustración 9: Dirección de análisis



Proyección en planta de la obra

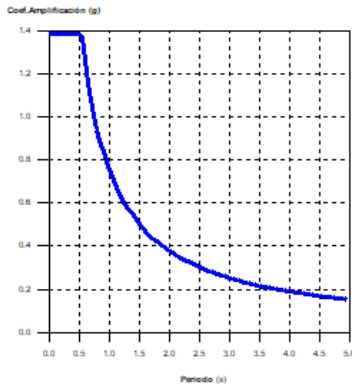
Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.7 Espectro de cálculo

4.2.8 espectro elástico de aceleraciones

Ilustración 10: Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

$$S_{ae} = \eta \cdot Z \cdot F_a \cdot I \quad T \leq T_c$$

$$T \leq T_c$$

$$S_{ae} = \eta \cdot Z \cdot F_a \cdot I \cdot \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad T > T_c$$

$$T > T_c$$

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.388 g.

NEC-SE-DS 2014 (3.3.1)

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Tabla 3: Parámetros necesarios para la definición del espectro

Parámetros necesarios para la definición del espectro

| | |
|---|-----------------------------------|
| Z: Factor de zona (NEC-SE-DS 2014, Tabla 1) Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): IV | Z: <u>0.35</u> |
| η: Relación de amplificación espectral (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1) Región sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1): Sierra, Esmeraldas y Galápagos | η: <u>2.48</u> |
| F_a: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 3) | F_a: <u>1.23</u> |
| F_d: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 4) | F_d: <u>1.15</u> |
| F_s: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 5) Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): IV | F_s: <u>1.06</u> |
| I: Factor de importancia (NEC-SE-DS 2014, Tabla 6) Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Estructuras de ocupación especial | I: <u>1.30</u> |
| r: Exponente que define la rama descendente del espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1) Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C | r: <u>1.00</u> |

T_c: Periodo límite superior de la rama de aceleración constante del espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1)

T_c: 0.55 s

$$T_c = 0.55 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_s}$$

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.9 Espectro de diseño de aceleración

Tabla 4: Espectro de diseño de aceleración

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente ($R \cdot \Phi_P \cdot \Phi_E$) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = \frac{S_{ae}}{R \cdot \Phi_P \cdot \Phi_E}$$

Factor de comportamiento / Coeficiente de ductilidad

R_X: Factor de reducción (X) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

R_X: 8.00

R_Y: Factor de reducción (Y) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

R_Y: 8.00

Φ_P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a)

Φ_P: 0.90

Φ_E: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3b)

Φ_E: 0.90

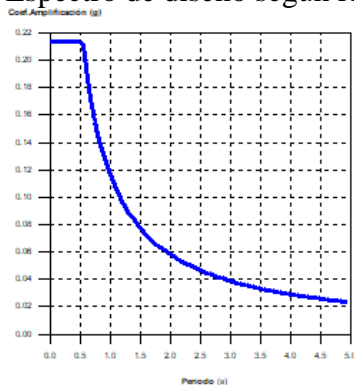
Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

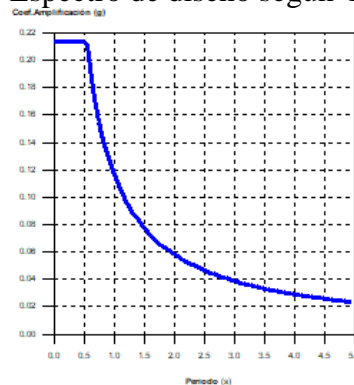
Ilustración 11: Espectro de diseño de aceleración.

NEC-SE-DS 2014 (6.3.1)

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.10 Coeficiente de participación

Tabla 5: Coeficiente de partición

| Modo | T | L _x | L _y | L _{gz} | M _x | M _y | Hipótesis X(1) | Hipótesis Y(1) |
|--------|-------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|--|--|
| Modo 1 | 1.296 | 0.0001 | 1 | 0.0008 | 0 % | 97.05 % | R = 6.48 A = 0.884 m/s ² D = 37.6089 mm | R = 6.48 A = 0.884 m/s ² D = 37.6089 mm |
| Modo 2 | 1.144 | 0.1098 | 0.0325 | 0.994 | 43.78 % | 0 % | R = 6.48 A = 1.002 m/s ² D = 33.1869 mm | R = 6.48 A = 1.002 m/s ² D = 33.1869 mm |
| Modo 3 | 1.092 | 0.1318 | 0 | 0.9913 | 52.62 % | 0 % | R = 6.48 A = 1.049 m/s ² D = 31.6864 mm | R = 6.48 A = 1.049 m/s ² D = 31.6864 mm |
| Total | | | | | 96.4 % | 97.05 % | | |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

L_{gz}: Coeficiente de participación normalizado correspondiente al grado de libertad rotacional.

M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

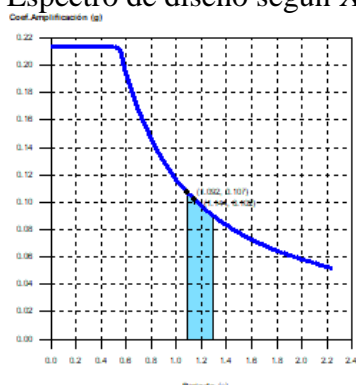
A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

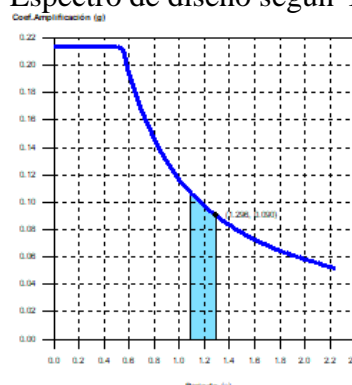
Representación de los periodos modales

Ilustración 12: Representación de los periodos modales

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Tabla 6: Rango de periodos abarcados por los modos estudiados

| Hipótesis Sismo X1 | | |
|--------------------|-------|-------|
| Hipótesis modal | T (s) | A (g) |
| Modo 2 | 1.144 | 0.102 |
| Modo 3 | 1.092 | 0.107 |

| Hipótesis Sismo Y1 | | |
|--------------------|-------|-------|
| Hipótesis modal | T (s) | A (g) |
| Modo 1 | 1.296 | 0.090 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta

Tabla 7: Centro de masa rigidez y excentricidades de cada planta

| Planta | c.d.m. (m) | c.d.r. (m) | e_x (m) | e_y (m) |
|----------------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| SEGUNDA PLANTA | (13.65, 4.46) | (13.65, 4.83) | 0.00 | -0.37 |
| PLANTA BAJA | (13.65, 4.26) | (13.65, 4.83) | 0.00 | -0.56 |
| SUELO | (13.65, 4.83) | (13.65, 4.83) | 0.00 | 0.00 |

c.d.m.: Coordenadas del centro de masas de la planta (X,Y)

c.d.r.: Coordenadas del centro de rigidez de la planta (X,Y)

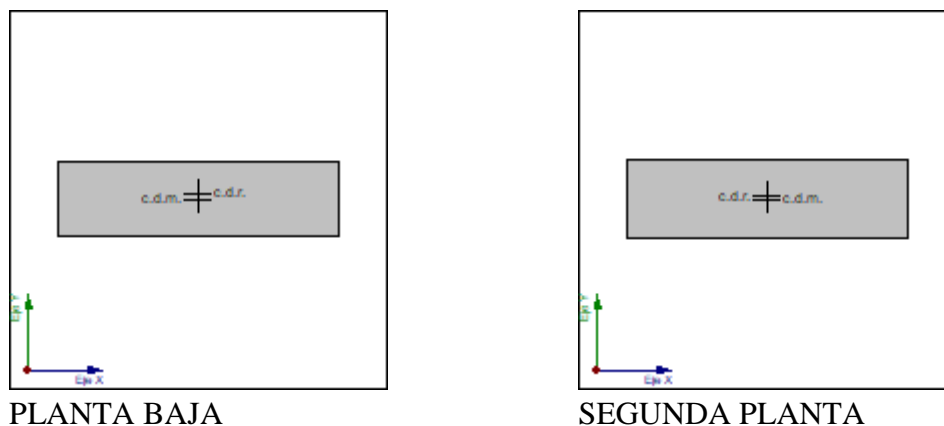
e_x : Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

e_y : Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (Y)

Fuente: NEC, 2015

Elaborado por: Guachilema, 2019

Ilustración 13: Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta



Fuente: CYPECAD
Elaborado por: Guachilema, 2019

Corrección por cortante basal

4.2.11 Cortante dinámico

El cortante basal dinámico (V_d), por dirección e hipótesis sísmica, se obtiene mediante la combinación cuadrática completa (CQC) de los cortantes en la base por hipótesis modal.

Tabla 8: Cortante dinámico

| Hipótesis sísmica (X) | Hipótesis modal | V_X (t) | $V_{d,X}$ (t) |
|-----------------------|-----------------|--------------|------------------|
| Sismo X1 | Modo 1 | 0.0000 | 93.9082 |
| | Modo 2 | 43.5103 | |
| | Modo 3 | 54.7896 | |
| Hipótesis sísmica (Y) | Hipótesis modal | V_Y (t) | $V_{d,Y}$ (t) |
| Sismo Y1 | Modo 1 | 85.4529 | 85.4542 |
| | Modo 2 | 0.0034 | |
| | Modo 3 | 0.0000 | |

$V_{d,x}$: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica

$V_{d,y}$: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

Fuente: CYPECAD
Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.12 Cortante basal estático

Tabla 9: Cortante basal elástico

El cortante sísmico en la base de la estructura se determina para cada una de las direcciones de análisis:

$V_{s,x}$: Cortante sísmico en la base (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.2)

$$V_{s,x} = S_{d,x}(T_a) \cdot W$$

$S_{d,x}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (X)

$T_{a,x}$: Periodo fundamental aproximado (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a)

$$T_a = 0.055 \cdot h^{0.9}$$

Sistema estructural (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

h : Altura del edificio

$$V_{s,x}: \underline{206.6430} \text{ t}$$

$$S_{d,x}(T_a): \underline{0.214} \text{ g}$$

$$T_{a,x}: \underline{0.27} \text{ s}$$

$$h: \underline{5.76} \text{ m}$$

$V_{s,y}$: Cortante sísmico en la base (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.2)

$$V_{s,y} = S_{d,y}(T_a) \cdot W$$

$S_{d,y}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (Y)

$T_{a,y}$: Periodo fundamental aproximado (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a)

$$T_a = 0.055 \cdot h^{0.9}$$

Sistema estructural (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

h : Altura del edificio

$$V_{s,y}: \underline{206.6430} \text{ t}$$

$$S_{d,y}(T_a): \underline{0.214} \text{ g}$$

$$T_{a,y}: \underline{0.27} \text{ s}$$

$$h: \underline{5.76} \text{ m}$$

W : Peso sísmico total de la estructura

El peso sísmico total de la estructura es la suma de los pesos sísmicos de todas las plantas.

$$W = \sum_{i=1}^n w_i$$

w_i : Peso sísmico total de la planta "i"

Suma de la totalidad de la carga permanente y de la fracción de la sobrecarga de uso considerada en el cálculo de la acción sísmica.

$$W: \underline{964.7782} \text{ t}$$

| Planta | W _i (t) |
|-------------------------|-----------------------|
| SEGUNDA PLANTA | 493.1863 |
| PLANTA BAJA | 471.5919 |
| W=∑w_i | 964.7782 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.13 Verificación de la condición de cortante basal

Cuando el valor del cortante dinámico total en la base (V_d), obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, es menor que el 80 % del cortante basal sísmico estático (V_s), todos los parámetros de la respuesta dinámica se multiplican por el factor de modificación: $0.80 \cdot V_s / V_d$.

Geometría en altura (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3): Regular

Tabla 10: Geometría en altura

NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

| Hipótesis sísmica | Condición de cortante basal mínimo | Factor de modificación |
|-------------------|--|------------------------|
| Sismo X1 | $V_{d,X1} \geq 0.80 \cdot V_{s,X}$ $93.9082 t \geq 165.3144 t$ | 1.76 |
| Sismo Y1 | $V_{d,Y1} \geq 0.80 \cdot V_{s,Y}$ $85.4542 t \geq 165.3144 t$ | 1.93 |

$V_{d,x}$: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica

$V_{s,x}$: Cortante basal estático en dirección X, por hipótesis sísmica

$V_{d,y}$: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

$V_{s,y}$: Cortante basal estático en dirección Y, por hipótesis sísmica

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.14 Cortante sísmico combinado por planta

El valor máximo del cortante por planta en una hipótesis sísmica dada se obtiene mediante la Combinación Cuadrática Completa (CQC) de los correspondientes cortantes modales.

Si la obra tiene vigas con vinculación exterior o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.

4.2.15 Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta

Los valores que se muestran en las siguientes tablas no están ajustados por el factor de modificación calculado en el apartado 'Corrección por cortante basal'.

Hipótesis sísmica: Sismo X1

Tabla 11: Hipótesis sísmica X1

| Planta | Q _X (t) | F _{eq,X} (t) | Q _Y (t) | F _{eq,Y} (t) |
|----------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| SEGUNDA PLANTA | 56.5848 | 56.5848 | 0.0095 | 0.0095 |
| PLANTA BAJA | 93.9082 | 37.3242 | 0.0161 | 0.0066 |
| SUELO | 93.9082 | 0.0000 | 0.0161 | 0.0000 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Hipótesis sísmica: Sismo Y1

Tabla 12: Hipótesis sísmica Y1

| Planta | Q _X (t) | F _{eq,X} (t) | Q _Y (t) | F _{eq,Y} (t) |
|----------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| SEGUNDA PLANTA | 7.6516 | 7.6516 | 50.4616 | 50.4616 |
| PLANTA BAJA | 12.8612 | 5.2096 | 85.4542 | 34.9926 |
| SUELO | 12.8612 | 0.0000 | 85.4542 | 0.0000 |

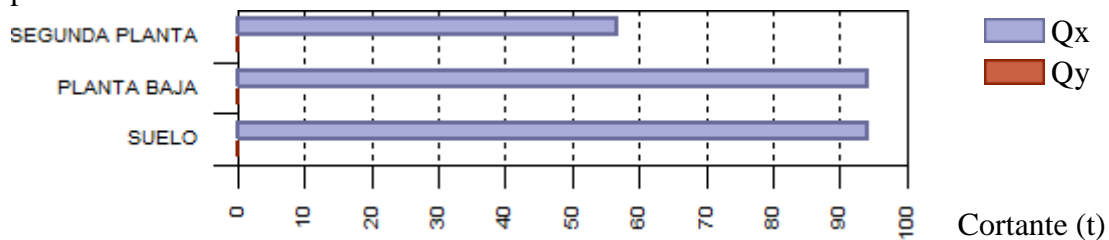
Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

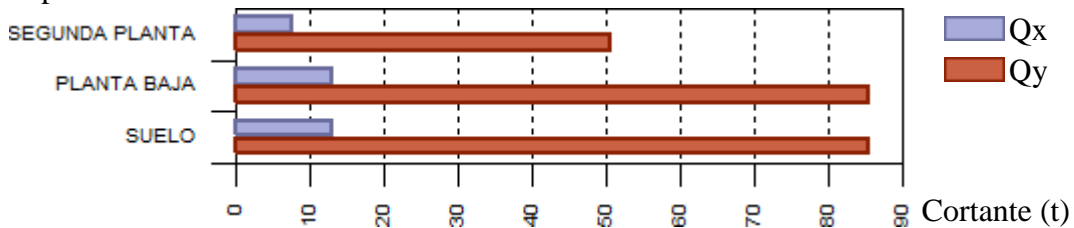
Cortantes sísmicos máximo por planta

Ilustración 14: Cortantes sísmicos máximo por planta.

Hipótesis sísmica: Sismo X1



Hipótesis sísmica: Sismo Y1



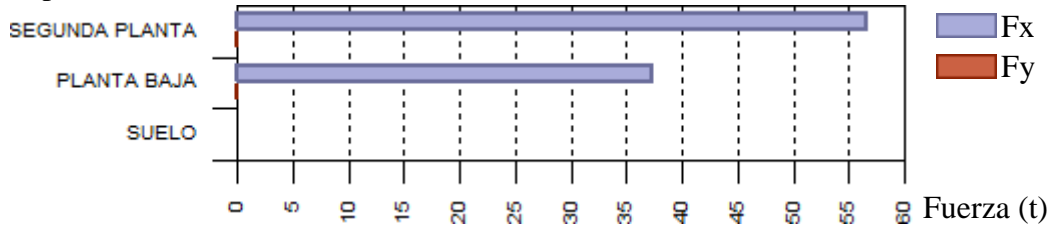
Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

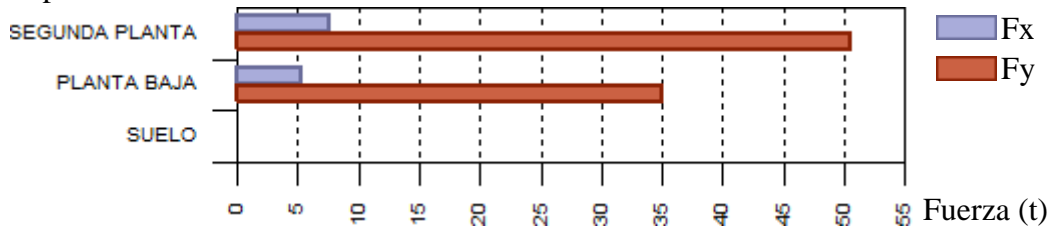
Fuerza sísmica equivalente

Ilustración 15: Fuerza Sísmica equivalente.

Hipótesis sísmica: Sismo X1



Hipótesis sísmica: Sismo Y1



Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Distorsiones de columnas

Nombre Obra: Aulas3

Fecha:24/06/19

AULAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA ROBERTO

ARRUEGUI ...

h: Altura del nivel respecto al inmediato inferior

Distorsión:

Absoluta: Diferencia entre los desplazamientos de un nivel y los del inmediatamente inferior

Relativa: Relación entre la altura y la distorsión absoluta

Origen:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

Nota:

Las diferentes normas suelen limitar el valor de la distorsión relativa entre plantas y de la distorsión total (desplome) del edificio.

El valor absoluto se utilizará para definir las juntas sísmicas. El valor relativo suele limitarse en función de la altura de la planta 'h'. Se comprueba el valor 'Total' tomando en ese caso como valor de 'h' la altura total.

Tabla 13: Situaciones persistentes o transitorias

| Situaciones persistentes o transitorias | | | | | | | | | |
|---|----------------|----------|-------|--------------|----------|--------|--------------|----------|--------|
| Columna | Planta | Cota (m) | h (m) | Distorsión X | | | Distorsión Y | | |
| | | | | Absoluta (m) | Relativa | Origen | Absoluta (m) | Relativa | Origen |
| CLM1 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM2 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM3 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM4 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM5 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM6 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM7 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |

| | | | | | | | | | |
|-------|----------------|-------|------|--------|------|---|--------|----------|---|
| CLM8 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM9 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM10 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM11 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM12 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM13 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |
| CLM14 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0011 | h / 2455 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0008 | h / 3825 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0001 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0020 | h / 3480 | G |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Tabla 14: Situaciones sísmicas

| Situaciones sísmicas ⁽¹⁾ | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|----------|-------|--------------|----------|--------|--------------|----------|--------|
| Columna | Planta | Cota (m) | h (m) | Distorsión X | | | Distorsión Y | | |
| | | | | Absoluta (m) | Relativa | Origen | Absoluta (m) | Relativa | Origen |
| CLM1 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0988 | h / 28 | ---- | 0.1488 | h / 19 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1483 | h / 21 | ---- | 0.2352 | h / 14 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0591 | h / 21 | ---- | 0.1096 | h / 11 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3062 | h / 23 | ---- | 0.4936 | h / 15 | ---- |
| CLM2 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0988 | h / 28 | ---- | 0.1259 | h / 22 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1483 | h / 21 | ---- | 0.2043 | h / 15 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0591 | h / 21 | ---- | 0.0979 | h / 13 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3062 | h / 23 | ---- | 0.4282 | h / 17 | ---- |
| CLM3 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0988 | h / 28 | ---- | 0.1219 | h / 23 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1483 | h / 21 | ---- | 0.1979 | h / 16 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0591 | h / 21 | ---- | 0.0949 | h / 13 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3062 | h / 23 | ---- | 0.4147 | h / 17 | ---- |
| CLM4 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0988 | h / 28 | ---- | 0.1183 | h / 23 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1483 | h / 21 | ---- | 0.1922 | h / 16 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0591 | h / 21 | ---- | 0.0923 | h / 14 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3062 | h / 23 | ---- | 0.4028 | h / 18 | ---- |
| CLM5 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0988 | h / 28 | ---- | 0.1219 | h / 23 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1483 | h / 21 | ---- | 0.1979 | h / 16 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0591 | h / 21 | ---- | 0.0949 | h / 13 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3062 | h / 23 | ---- | 0.4147 | h / 17 | ---- |
| CLM6 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0988 | h / 28 | ---- | 0.1259 | h / 22 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1483 | h / 21 | ---- | 0.2043 | h / 15 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0591 | h / 21 | ---- | 0.0979 | h / 13 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3062 | h / 23 | ---- | 0.4282 | h / 17 | ---- |
| CLM7 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0988 | h / 28 | ---- | 0.1488 | h / 19 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1483 | h / 21 | ---- | 0.2352 | h / 14 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0591 | h / 21 | ---- | 0.1096 | h / 11 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3062 | h / 23 | ---- | 0.4937 | h / 15 | ---- |
| CLM8 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0984 | h / 28 | ---- | 0.1488 | h / 19 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1469 | h / 21 | ---- | 0.2352 | h / 14 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0583 | h / 21 | ---- | 0.1096 | h / 11 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------|----------------|-------|------|--------|--------|------|--------|--------|------|
| | Total | | 6.96 | 0.3036 | h / 23 | ---- | 0.4937 | h / 15 | ---- |
| CLM9 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0984 | h / 28 | ---- | 0.1259 | h / 22 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1469 | h / 21 | ---- | 0.2043 | h / 15 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0583 | h / 21 | ---- | 0.0979 | h / 13 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3036 | h / 23 | ---- | 0.4282 | h / 17 | ---- |
| CLM10 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0984 | h / 28 | ---- | 0.1219 | h / 23 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1469 | h / 21 | ---- | 0.1979 | h / 16 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0583 | h / 21 | ---- | 0.0949 | h / 13 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3036 | h / 23 | ---- | 0.4147 | h / 17 | ---- |
| CLM11 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0984 | h / 28 | ---- | 0.1183 | h / 23 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1469 | h / 21 | ---- | 0.1922 | h / 16 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0583 | h / 21 | ---- | 0.0923 | h / 14 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3036 | h / 23 | ---- | 0.4028 | h / 18 | ---- |
| CLM12 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0984 | h / 28 | ---- | 0.1219 | h / 23 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1469 | h / 21 | ---- | 0.1979 | h / 16 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0583 | h / 21 | ---- | 0.0949 | h / 13 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3036 | h / 23 | ---- | 0.4147 | h / 17 | ---- |
| CLM13 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0984 | h / 28 | ---- | 0.1259 | h / 22 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1469 | h / 21 | ---- | 0.2043 | h / 15 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0583 | h / 21 | ---- | 0.0979 | h / 13 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3036 | h / 23 | ---- | 0.4282 | h / 17 | ---- |
| CLM14 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0984 | h / 28 | ---- | 0.1488 | h / 19 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.1469 | h / 21 | ---- | 0.2352 | h / 14 | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0583 | h / 21 | ---- | 0.1096 | h / 11 | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3036 | h / 23 | ---- | 0.4936 | h / 15 | ---- |

Notas:

(1) Las distorsiones están mayoradas por la ductilidad.

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Valores máximos

Tabla 15: Desplome local máximo de los pilares

| Desplome local máximo de los pilares (δ / h) | | | | |
|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Planta | Situaciones persistentes o transitorias | | Situaciones sísmicas ⁽¹⁾ | |
| | Dirección X | Dirección Y | Dirección X | Dirección Y |
| SEGUNDA PLANTA | ---- | 1 / 2455 | 1 / 28 | 1 / 19 |
| PLANTA BAJA | ---- | 1 / 3825 | 1 / 21 | 1 / 14 |
| SUELO | ---- | ---- | 1 / 21 | 1 / 11 |
| <i>Notas:</i> ⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad. | | | | |
| Desplome total máximo de los pilares (Δ / H) | | | | |
| Situaciones persistentes o transitorias | | Situaciones sísmicas ⁽¹⁾ | | |
| Dirección X | Dirección Y | Dirección X | Dirección Y | |
| ---- | 1 / 3480 | 1 / 23 | 1 / 15 | |
| <i>Notas:</i> ⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad. | | | | |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.16 Resultado del segundo modelamiento estructural con muros de mampostería. [Ver anexo 8](#)

Justificación de la acción sísmica



CONFIGURACION SENCIA EN ELEVACION Y PLANTA
REGULAR

Fecha: 24/06/19

1.- SISMO

Norma utilizada: NEC-SE-DS 2014

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Peligro sísmico. Diseño sismo resistente.

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NEC-SE-DS 2014, 6.2.2e)

1.1 Datos generales de sismo

Tabla 16: Datos generales de sismos

Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): IV

Región sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1): Sierra, Esmeraldas y Galápagos

Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C

Sistema estructural

R_X: Factor de reducción (X) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

R_X: 8.00

R_Y: Factor de reducción (Y) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

R_Y: 8.00

Φ_P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a)

Φ_P: 0.90

Φ_E: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3b)

Φ_E: 0.90

Geometría en altura (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Sistema estructural (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

Sistema estructural (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

h: Altura del edificio

h: 5.76 m

Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Estructuras de ocupación especial

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.00

Factor multiplicador del espectro

: 1.00

Verificación de la condición de cortante basal: Según norma

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Según NEC-SE-DS 2014

Factores reductores de la inercia (NEC-SE-DS 2014, 6.1.6 b)

Vigas primarias frente a la acción sísmica: 0.5

Vigas secundarias frente a la acción sísmica: 0.01

Forjados primarios frente a la acción sísmica: 0.5

Forjados secundarios frente a la acción sísmica: 0.01

Columnas: 0.8

Tabiques: 0.6

Muros: 0.6

Muros de mampostería: 0.5

Fuente: CYPECAD

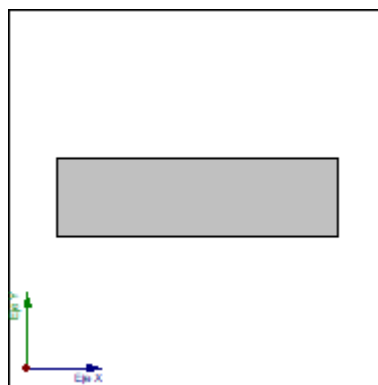
Elaborado por: Guachilema, 2019

Dirección de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Ilustración 16: Dirección de análisis



Proyección en planta de la obra

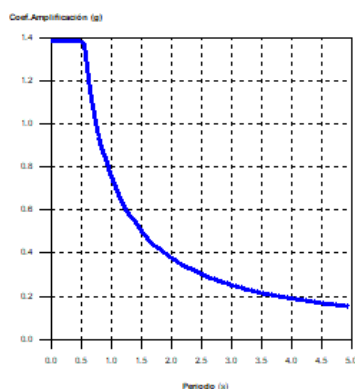
Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

1.2 Espectro de calculo

1.2.1 Espectro elástico de aceleraciones

Ilustración 17: Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

$$S_{ae} = \eta \cdot Z \cdot F_a \cdot I \quad T \leq T_c$$

$$S_{ae} = \eta \cdot Z \cdot F_a \cdot I \cdot \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad T > T_c$$

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.388 g.

NEC-SE-DS 2014 (3.3.1)

Tabla 17: Parámetros necesarios para la identificación del espectro

Parámetros necesarios para la definición del espectro

Z: Factor de zona (NEC-SE-DS 2014, Tabla 1) **Z:** 0.35
 Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): IV

η: Relación de amplificación espectral (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1) **η:** 2.48
 Región sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1): Sierra,
 Esmeraldas y Galápagos

F_a: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 3) **F_a:** 1.23

F_d: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 4) **F_d:** 1.15

F_s: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 5) **F_s:** 1.06

Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C

Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): IV

I: Factor de importancia (NEC-SE-DS 2014, Tabla 6) **I:** 1.30

Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Estructuras
 de ocupación especial

r: Exponente que define la rama descendente del espectro (NEC-SE-DS
 2014, 3.3.1) **r:** 1.00

Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C

T_c: Periodo límite superior de la rama de aceleración constante del
 espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1) **T_c:** 0.55 s

$$T_c = 0.55 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a}$$

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

1.2.2 Espectro de diseño de aceleraciones

Tabla 18: Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente ($R \cdot \Phi_P \cdot \Phi_E$) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = \frac{S_{ae}}{R \cdot \Phi_P \cdot \Phi_E}$$

Factor de comportamiento / Coeficiente de ductilidad

R_X: Factor de reducción (X) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

R_X: 8.00

R_Y: Factor de reducción (Y) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

R_Y: 8.00

Φ_P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a)

Φ_P: 0.90

Φ_E: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3b)

Φ_E: 0.90

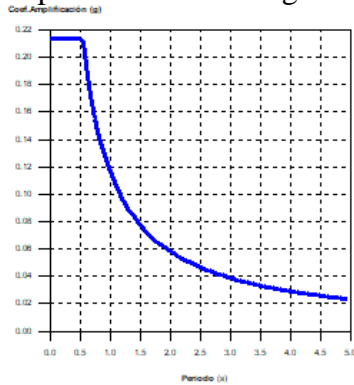
Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

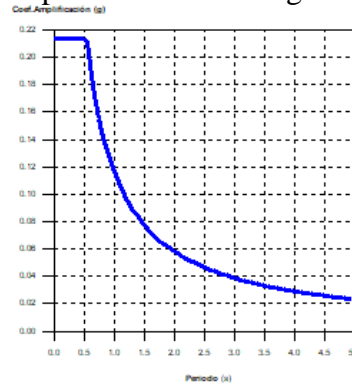
Ilustración 18: Espectro de diseño de aceleraciones

NEC-SE-DS 2014 (6.3.2)

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

1.3 Coeficiente de participación

Tabla 19: Coeficiente de participación

| Modo | T | L _x | L _y | L _{gz} | M _x | M _y | Hipótesis X(1) | Hipótesis Y(1) |
|--------|-------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|--|--|
| Modo 1 | 1.020 | 0.0004 | 0.9963 | 0.0863 | 0 % | 90.52 % | R = 6.48 A = 1.124 m/s ² D = 29.6061 mm | R = 6.48 A = 1.124 m/s ² D = 29.6061 mm |
| Modo 2 | 0.875 | 0.018 | 0.0171 | 0.9998 | 1.93 % | 0.01 % | R = 6.48 A = 1.311 m/s ² D = 25.3935 mm | R = 6.48 A = 1.311 m/s ² D = 25.3935 mm |
| Modo 3 | 0.776 | 0.6345 | 0.0011 | 0.7729 | 88.5 % | 0 % | R = 6.48 A = 1.478 m/s ² D = 22.5257 mm | R = 6.48 A = 1.478 m/s ² D = 22.5257 mm |
| Total | | | | | 90.43 % | 90.53 % | | |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

T: Periodo de vibración en segundos

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

L_{gz}: Coeficiente de participación normalizado correspondiente al grado de libertad rotacional.

M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

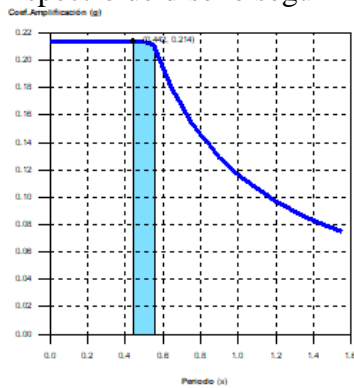
R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

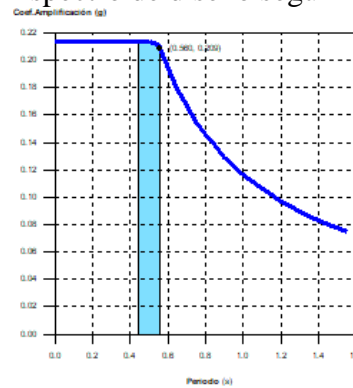
D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Ilustración 19: Representación de los periodos modales

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Tabla 20: Hipótesis sismo X1 y Y1

| Hipótesis Sismo X1 | | |
|--------------------|-------|-------|
| Hipótesis modal | T (s) | A (g) |
| Modo 3 | 0.776 | 0.151 |

| Hipótesis Sismo Y1 | | |
|--------------------|-------|-------|
| Hipótesis modal | T (s) | A (g) |
| Modo 1 | 1.020 | 0.115 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

1.4 Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta.

Tabla 21: Centro de masas, rigidez y excentricidades de cada planta

| Planta | c.d.m. (m) | c.d.r. (m) | e _x (m) | e _y (m) |
|----------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|
| SEGUNDA PLANTA | (13.70, 4.47) | (13.70, 4.79) | 0.00 | -0.31 |
| PLANTA BAJA | (13.60, 4.22) | (13.53, 4.79) | 0.07 | -0.57 |
| SUELO | (14.28, 4.79) | (13.70, 4.79) | 0.58 | 0.00 |

c.d.m.: Coordenadas del centro de masas de la planta (X,Y)

c.d.r.: Coordenadas del centro de rigidez de la planta (X,Y)

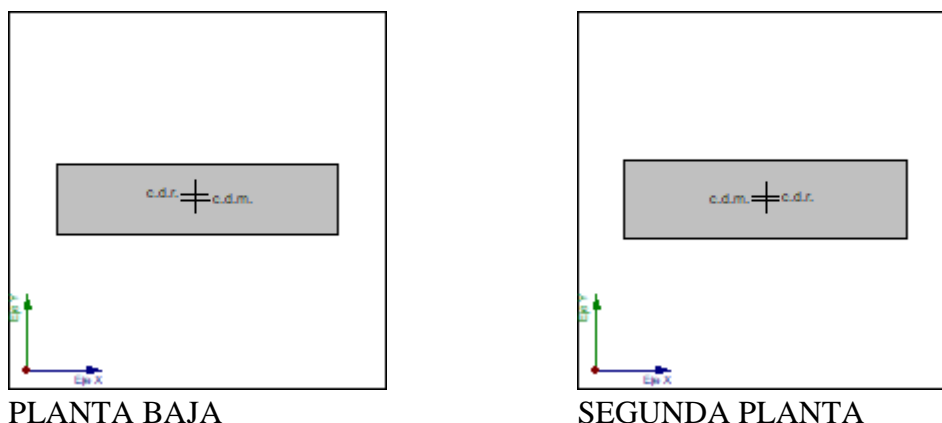
e_x: Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

e_y: Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (Y)

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Ilustración 20: Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta



Fuente: CYPECAD
Elaborado por: Guachilema, 2019

1.5 Corrección por cortante basal

1.5.1 Cortante dinámico CQC

El cortante basal dinámico (V_d), por dirección e hipótesis sísmica, se obtiene mediante la combinación cuadrática completa (CQC) de los cortantes en la base por hipótesis modal.

Tabla 22: Cortante dinámico CQC

| Hipótesis sísmica (X) | Hipótesis modal | V_x (t) | $V_{d,x}$ (t) |
|-----------------------|-----------------|--------------|------------------|
| Sismo X1 | Modo 1 | 0.0001 | 126.1696 |
| | Modo 2 | 2.2683 | |
| | Modo 3 | 125.2258 | |
| Hipótesis sísmica (Y) | Hipótesis modal | V_y (t) | $V_{d,y}$ (t) |
| Sismo Y1 | Modo 1 | 95.2108 | 95.2828 |
| | Modo 2 | 0.2409 | |
| | Modo 3 | 0.0031 | |

$V_{d,x}$: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica

$V_{d,y}$: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

1.5.2 Cortante basal elástico

Tabla 23: Cortante basal elástico

El cortante sísmico en la base de la estructura se determina para cada una de las direcciones de análisis:

$V_{s,x}$: Cortante sísmico en la base (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.2)

$$V_{s,x} = S_{d,x}(T_a) \cdot W$$

$S_{d,x}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (X)

$T_{a,x}$: Periodo fundamental aproximado (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a)

$$T_a = 0.055 \cdot h^{0.9}$$

Sistema estructural (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

h : Altura del edificio

$$V_{s,x}: \underline{207.2664} \text{ t}$$

$$S_{d,x}(T_a): \underline{0.214} \text{ g}$$

$$T_{a,x}: \underline{0.27} \text{ s}$$

$$h: \underline{5.76} \text{ m}$$

$V_{s,y}$: Cortante sísmico en la base (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.2)

$$V_{s,y} = S_{d,y}(T_a) \cdot W$$

$S_{d,y}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (Y)

$T_{a,y}$: Periodo fundamental aproximado (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a)

$$T_a = 0.055 \cdot h^{0.9}$$

Sistema estructural (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

h : Altura del edificio

$$V_{s,y}: \underline{207.2664} \text{ t}$$

$$S_{d,y}(T_a): \underline{0.214} \text{ g}$$

$$T_{a,y}: \underline{0.27} \text{ s}$$

$$h: \underline{5.76} \text{ m}$$

W : Peso sísmico total de la estructura

El peso sísmico total de la estructura es la suma de los pesos sísmicos de todas las plantas.

$$W = \sum_{i=1}^n w_i$$

w_i : Peso sísmico total de la planta "i"

Suma de la totalidad de la carga permanente y de la fracción de la sobrecarga de uso considerada en el cálculo de la acción sísmica.

$$W: \underline{967.6887} \text{ t}$$

| Planta | W _i (t) |
|-------------------------|-----------------------|
| SEGUNDA PLANTA | 497.0003 |
| PLANTA BAJA | 470.6884 |
| W=∑w_i | 967.6887 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Verificación de la condición de cortante basal

Cuando el valor del cortante dinámico total en la base (V_d), obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, es menor que el 80 % del cortante basal sísmico estático (V_s), todos los parámetros de la respuesta dinámica se multiplican por el factor de modificación: $0.80 \cdot V_s / V_d$.

Geometría en altura (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3): Regular

Tabla 24: Geometría en altura

NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

| Hipótesis sísmica | Condición de cortante basal mínimo | Factor de modificación |
|-------------------|---|------------------------|
| Sismo X1 | $V_{d,X1} \geq 0.80 \cdot V_{s,X}$ 126.1696 t \geq 165.8131 t | 1.31 |
| Sismo Y1 | $V_{d,Y1} \geq 0.80 \cdot V_{s,Y}$ 95.2828 t \geq 165.8131 t | 1.74 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

1.6 Cortante sísmico combinado por planta

El valor máximo del cortante por planta en una hipótesis sísmica dada se obtiene mediante la Combinación Cuadrática Completa (CQC) de los correspondientes cortantes modales.

Si la obra tiene vigas con vinculación exterior o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.

1.6.1 Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta

Los valores que se muestran en las siguientes tablas no están ajustados por el factor de modificación calculado en el apartado 'Corrección por cortante basal'.

Hipótesis sísmica: Sismo X1

Tabla 25: Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta

| Planta | Q _X (t) | F _{eq,X} (t) | Q _Y (t) | F _{eq,Y} (t) |
|----------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| SEGUNDA PLANTA | 88.0677 | 88.0677 | 0.2438 | 0.2438 |
| PLANTA BAJA | 129.9595 | 41.8920 | 0.3290 | 0.0856 |
| SUELO | 126.1944 | 256.1539 | 1.9281 | 2.2376 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Hipótesis sísmica: Sismo Y1

Tabla 26: Hipótesis sísmica Y1

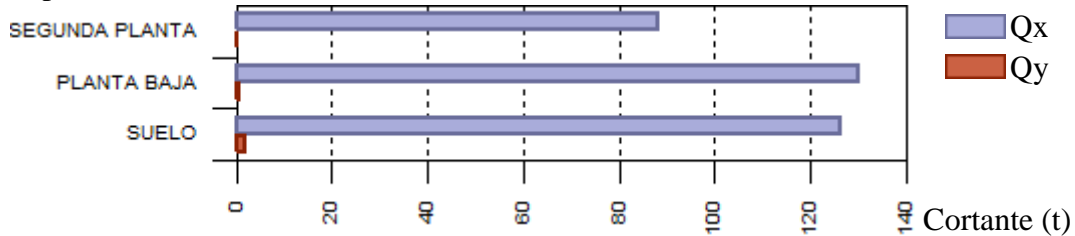
| Planta | Q _X (t) | F _{eq,X} (t) | Q _Y (t) | F _{eq,Y} (t) |
|----------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| SEGUNDA PLANTA | 1.5612 | 1.5612 | 67.8772 | 67.8772 |
| PLANTA BAJA | 2.4843 | 0.9232 | 100.4358 | 32.5586 |
| SUELO | 2.3082 | 4.7908 | 95.2858 | 195.7217 |

Fuente: CYPECAD

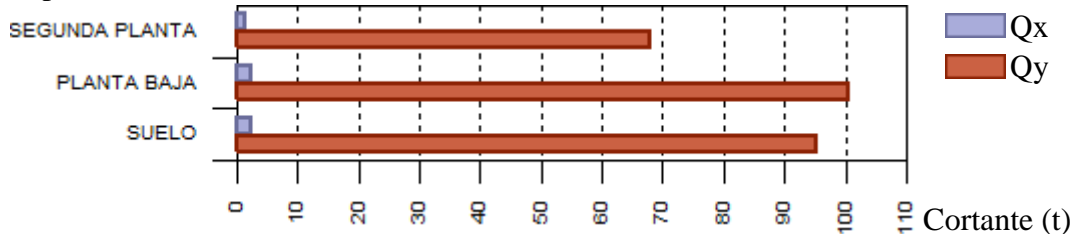
Elaborado por: Guachilema, 2019

Ilustración 21: Cortante sísmico por planta

Hipótesis sísmica: Sismo X1



Hipótesis sísmica: Sismo Y1

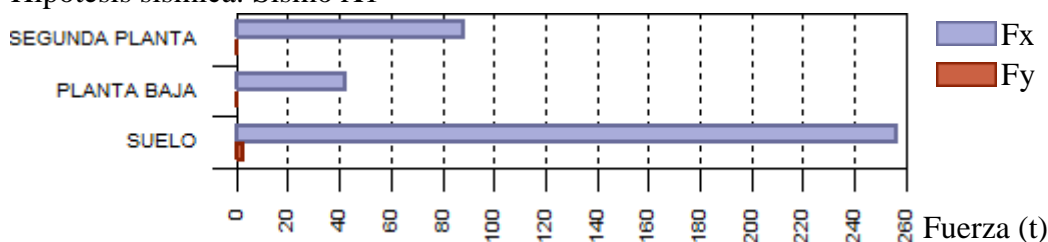


Fuente: CYPECAD

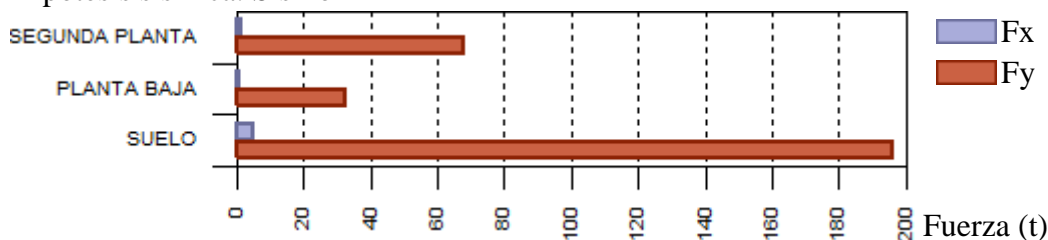
Elaborado por: Guachilema, 2019

Ilustración 22: Fuerza símica equivalente por planta

Hipótesis símica: Sismo X1



Hipótesis símica: Sismo Y1



Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

1.6.2 Porcentaje de cortante símico resistido por tipo de soporte y por planta

El porcentaje de cortante símico de la columna 'Muros' incluye el cortante resistido por muros, pantallas y elementos de arriostramiento.

Hipótesis símica: Sismo X1

Tabla 27: Hipótesis símica X1

| Planta | % Q _X | | % Q _Y | |
|----------------|------------------|-------|------------------|-------|
| | Columnas | Muros | Columnas | Muros |
| SEGUNDA PLANTA | 99.98 | 0.02 | 99.90 | 0.10 |
| PLANTA BAJA | 99.98 | 0.02 | 99.95 | 0.05 |
| SUELO | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Hipótesis símica: Sismo Y1

Tabla 28: Hipótesis símica Y1

| Planta | % Q _X | | % Q _Y | |
|----------------|------------------|-------|------------------|-------|
| | Columnas | Muros | Columnas | Muros |
| SEGUNDA PLANTA | 99.99 | 0.01 | 99.99 | 0.01 |
| PLANTA BAJA | 99.99 | 0.01 | 100.00 | 0.00 |
| SUELO | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Porcentaje de Cortante sísmico resistido por tipo de soporte en arranques

El porcentaje de cortante sísmico de la columna 'Muros' incluye el cortante resistido por muros, pantallas y elementos de arriostramiento.

Tabla 29: Porcentaje de cortante sísmico resistido por tipo de soportes en arranque

| Hipótesis sísmica | % Q _X | | % Q _Y | |
|-------------------|------------------|-------|------------------|-------|
| | Columnas | Muros | Columnas | Muros |
| Sismo X1 | 99.98 | 0.02 | 99.99 | 0.01 |
| Sismo Y1 | 99.99 | 0.01 | 100.00 | 0.00 |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.2.17 Distorsión de columnas

Nombre Obra: ANALISIS ESTRUCTURAL AULAS
CONFIGURACION SENCIA EN ELEVACION Y
PLANTA REGULAR

Fecha:24/06/19

h: Altura del nivel respecto al inmediato inferior

Distorsión:

Absoluta: Diferencia entre los desplazamientos de un nivel y los del inmediatamente inferior

Relativa: Relación entre la altura y la distorsión absoluta

Origen:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

Nota:

Las diferentes normas suelen limitar el valor de la distorsión relativa entre plantas y de la distorsión total (desplome) del edificio.

El valor absoluto se utilizará para definir las juntas sísmicas. El valor relativo suele limitarse en función de la altura de la planta 'h'. Se comprueba el valor 'Total' tomando en ese caso como valor de 'h' la altura total.

Tabla 30: Situaciones persistentes o transitorias

| Situaciones persistentes o transitorias | | | | | | | | | |
|---|----------------|----------|-------|--------------|----------|--------|--------------|----------|--------|
| Columna | Planta | Cota (m) | h (m) | Distorsión X | | | Distorsión Y | | |
| | | | | Absoluta (m) | Relativa | Origen | Absoluta (m) | Relativa | Origen |
| C1 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / 2700 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0005 | h / 6120 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0001 | ---- | G | 0.0015 | h / 4640 | G |
| C2 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / 2700 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0005 | h / 6120 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0001 | ---- | G | 0.0015 | h / 4640 | G |
| C3 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / 2700 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0006 | h / 5100 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0001 | ---- | G | 0.0015 | h / 4640 | G |
| C4 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / 2700 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0006 | h / 5100 | G |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0001 | ---- | G | 0.0016 | h / 4350 | G |
| C5 | SEGUNDA | 5.56 | 2.7 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / | G |

| | | | | | | | | | |
|----|----------------|-----------|------|--------|------|---|--------|-------------|---|
| | PLANTA | | 0 | | | | | 2700 | |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0006 | h / 5100 | G |
| | SUELO | - 0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | - 1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0001 | ---- | G | 0.0016 | h / 4350 | G |
| C6 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0009 | h / 3000 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0006 | h / 5100 | G |
| | SUELO | - 0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | - 1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0001 | ---- | G | 0.0016 | h / 4350 | G |
| C7 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0009 | h / 3000 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0007 | h / 4372 | G |
| | SUELO | - 0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | - 1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0001 | ---- | G | 0.0016 | h / 4350 | G |
| C8 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0009 | h / 3000 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0007 | h / 4372 | G |
| | SUELO | - 0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | - 1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0016 | h / 4350 | G |
| C9 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.0000 | ---- | G | 0.0009 | h / 3000 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | G | 0.0006 | h / 5100 | G |
| | SUELO | - 0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | - 1.40 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-----|----------------|-----------|----------|--------|------|---|--------|-------------|---|
| | Total | | 6.9 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0016 | h / 4350 | G |
| C10 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.7 0 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / 2700 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.0 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0006 | h / 5100 | G |
| | SUELO | - 0.20 | 1.2 0 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | - 1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.9 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0016 | h / 4350 | G |
| C11 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.7 0 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / 2700 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.0 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0006 | h / 5100 | G |
| | SUELO | - 0.20 | 1.2 0 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | - 1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.9 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0016 | h / 4350 | G |
| C12 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.7 0 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / 2700 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.0 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0006 | h / 5100 | G |
| | SUELO | - 0.20 | 1.2 0 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | - 1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.9 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0015 | h / 4640 | G |
| C13 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.7 0 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / 2700 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.0 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0005 | h / 6120 | G |
| | SUELO | - 0.20 | 1.2 0 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |
| | Fundación | - 1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.9 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0015 | h / 4640 | G |
| C14 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.7 0 | 0.0000 | ---- | G | 0.0010 | h / 2700 | G |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.0 6 | 0.0000 | ---- | G | 0.0005 | h / 6120 | G |
| | SUELO | - | 1.2 | 0.0000 | ---- | G | 0.0000 | ---- | G |

| | | | | | | | | | |
|--|-----------|------|------|--------|------|---|--------|----------|---|
| | | 0.20 | 0 | | | | | | |
| | Fundación | - | | | | | | | |
| | | 1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.0000 | ---- | G | 0.0015 | h / 4640 | G |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Tabla 31: Situaciones sísmicas

| Situaciones sísmicas ⁽¹⁾ | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|----------|-------|--------------|----------|--------|--------------|----------|--------|
| Columna | Planta | Cota (m) | h (m) | Distorsión X | | | Distorsión Y | | |
| | | | | Absoluta (m) | Relativa | Origen | Absoluta (m) | Relativa | Origen |
| C1 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3585 | h / 8 | ---- | 0.7915 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3585 | h / 20 | ---- | 0.7915 | h / 9 | ---- |
| C2 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3585 | h / 8 | ---- | 0.7640 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3585 | h / 20 | ---- | 0.7640 | h / 10 | ---- |
| C3 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3585 | h / 8 | ---- | 0.7385 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3585 | h / 20 | ---- | 0.7385 | h / 10 | ---- |
| C4 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3585 | h / 8 | ---- | 0.7164 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3585 | h / 20 | ---- | 0.7164 | h / 10 | ---- |
| C5 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3585 | h / 8 | ---- | 0.7215 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3585 | h / 20 | ---- | 0.7215 | h / 10 | ---- |
| C6 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3585 | h / 8 | ---- | 0.7289 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3585 | h / 20 | ---- | 0.7289 | h / 10 | ---- |
| C7 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3585 | h / 8 | ---- | 0.7386 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |

| | | | | | | | | | |
|--|----------------|-------|------|--------|--------|------|--------|--------|------|
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3585 | h / 20 | ---- | 0.7386 | h / 10 | ---- |
| C8 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3893 | h / 7 | ---- | 0.7386 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3893 | h / 18 | ---- | 0.7386 | h / 10 | ---- |
| C9 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3893 | h / 7 | ---- | 0.7289 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3893 | h / 18 | ---- | 0.7289 | h / 10 | ---- |
| C10 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3893 | h / 7 | ---- | 0.7215 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3893 | h / 18 | ---- | 0.7215 | h / 10 | ---- |
| C11 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3893 | h / 7 | ---- | 0.7164 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3893 | h / 18 | ---- | 0.7164 | h / 10 | ---- |
| C12 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3893 | h / 7 | ---- | 0.7385 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3893 | h / 18 | ---- | 0.7385 | h / 10 | ---- |
| C13 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3893 | h / 7 | ---- | 0.7640 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3893 | h / 18 | ---- | 0.7640 | h / 10 | ---- |
| C14 | SEGUNDA PLANTA | 5.56 | 2.70 | 0.3893 | h / 7 | ---- | 0.7915 | h / 4 | ---- |
| | PLANTA BAJA | 2.86 | 3.06 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | SUELO | -0.20 | 1.20 | 0.0000 | ---- | ---- | 0.0000 | ---- | ---- |
| | Fundación | -1.40 | | | | | | | |
| | Total | | 6.96 | 0.3893 | h / 18 | ---- | 0.7915 | h / 9 | ---- |
| <p>Notas:</p> <p>(1) Las distorsiones están mayoradas por la ductilidad.</p> | | | | | | | | | |

Fuente: CYPECAD

Elaborado por: Guachilema, 2019

Valores máximos

Tabla 32: Desplome local y total máximo de los pilares

| Desplome local máximo de los pilares (δ / h) | | | | |
|---|---|-------------|-------------------------------------|-------------|
| Planta | Situaciones persistentes o transitorias | | Situaciones sísmicas ⁽¹⁾ | |
| | Dirección X | Dirección Y | Dirección X | Dirección Y |
| SEGUNDA PLANTA | ---- | 1 / 3375 | 1 / 7 | 1 / 4 |
| PLANTA BAJA | ---- | ---- | ---- | ---- |
| SUELO | ---- | ---- | ---- | ---- |

Notas:
⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

| Desplome total máximo de los pilares (Δ / H) | | | |
|---|-------------|-------------------------------------|-------------|
| Situaciones persistentes o transitorias | | Situaciones sísmicas ⁽¹⁾ | |
| Dirección X | Dirección Y | Dirección X | Dirección Y |
| ---- | 1 / 8700 | 1 / 18 | 1 / 9 |

Notas:
⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

Fuente: CYPECAD

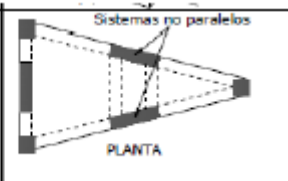
Elaborado por: Guachilema, 2019

Según NEC 2015 el espectro de diseño se obtiene de la siguiente manera:

$$S_a = \frac{I * S_{ae}}{R * \phi_p * \phi_e}$$

Dónde: Coeficiente de irregularidad en planta debido a la configuración de planta del edificio en estudio se tiene que:

Coeficiente de irregularidad en planta

| | |
|--|---|
| <p>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_{py} = 0.9$ La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p> |  |
|--|---|

Fuente: NEC, 2015

Elaborado por: Guachilema, 2019

Resultado del Objetivo 3

4.3 Recomendado los protocolos de actuación ante un evento sísmico del edificio de la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui.

Para establecer los protocolos de actuación primero se debe analizar los riesgos existentes de la institución, existen diferentes tipos de métodos los cuales nos pueden ayudar a definir de una manera más clara los riesgos a los que nos encontramos expuestos. A continuación, se detalla el método a emplearse:

4.3.1 Procedimiento











Tabla 37: Identificación de las amenazas


| NATURALES | ANTRÓPICAS | SOCIAL |
|----------------------|---------------------|------------------------|
| Movimientos sísmicos | Incendios | Accidentes vehiculares |
| Caída de ceniza | Colapso estructural | Delincuencia |
| Deslizamientos | | |

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

Tabla 38: Análisis de amenazas y estimación de probabilidades

| AMENAZA | INTERNO | EXTERNO | DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA | CALIFICACIÓN | COLOR |
|------------------------|---------|---------|---|--------------|---|
| Sismos | | X | Estudios sísmicos de la ciudad de Guaranda. | Inminente |  |
| Caída de ceniza | | X | Debido a su ubicación cercana con varios volcanes activos del País. | Probable |  |
| Incendios | X | | Material y líquidos combustibles en bodegas y talleres. | Probable |  |
| | X | | Posible sobrecarga para uso de máquinas en bodegas y talleres. | Probable |  |
| | X | | Cantidad de uso de gas y líquidos combustibles en el comedor y bar. | Probable |  |
| | | X | Explosión de transformadores que proveen de energía eléctrica. | Posible |  |
| Colapso estructural | | X | Por su ubicación geográfica y los sismos registrados en la ciudad se puede producir colapsos estructurales. | Probable |  |
| Accidentes vehiculares | | X | La avenida es muy concurrida por vehículos. | Inminente |  |
| | | X | No existe control por parte de agentes policiales, a esto se suma la imprudencia tanto de peatones como de conductores. | Inminente |  |
| | | X | Estudiantes y docentes que poseen | Probable |  |

| | | | | |
|--------------|--|---|----------|---|
| Delincuencia | | bienes tecnológicos pueden ser víctimas de robo. | | |
| | | Estudiantes que llevan herramientas de trabajo estudiantil pueden ser víctimas de robo. | Probable |  |

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

Estimación de vulnerabilidades de la Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui.

Tabla 39: Estimación de vulnerabilidades frente a sismos

| EN LAS PERSONAS | | | | | |
|---|-----------|----|---------|--------------|---|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES |
| | SI | NO | PARCIAL | | |
| 1. GESTIÓN ORGANIZACIONAL | | | | | |
| Existe política de gestión de riesgos y seguridad | X | | | 1 | Sin novedad |
| Se tiene elaboradas las respectivas brigadas de emergencia. | X | | | 1 | Sin novedad |
| Se promueve en la institución programas de gestión de riesgos. | | X | | 0 | Añadir actividades de gestión de riesgos |
| Se efectúa inspecciones regulares para la identificación de zonas inseguras. | | | X | 0.5 | Fomentar las inspecciones |
| Se realiza un mantenimiento adecuado a los equipos designados para emergencias. | | X | | 0 | Efectuar los debidos mantenimientos de equipos. |
| Se realizan simulacros frecuentemente en la | | | X | 0.5 | Realizar con mayor |

| | | | | | | |
|--|--|---|---|--------------|---|----------------|
| institución. | | | | | frecuencia los simulacros. | |
| La actualización del plan de emergencias se lo realiza acorde a las necesidades. | | | X | 0.5 | Se debe llevar un control de los cambios y aumentos a realizarse. | |
| PROMEDIO ORGANIZACIÓN | | | | Total | 3.5 | REGULAR |
| | | | | 3.5/7 | 0.5 | |
| 2. CAPACITACIÓN | | | | | | |
| Se imparte talleres de gestión de riesgos a los estudiantes. | | | X | 0.5 | Implementar cronograma de talleres | |
| Se imparte talleres de gestión de riesgos a los docentes. | | | X | 0.5 | Implementar cronograma de talleres | |
| Se ha capacitado a las brigadas de emergencias según su función. | | | X | 0.5 | Capacitar a los brigadistas según su función. | |
| Se ha socializado con los estudiantes el plan de reducción de riesgos. | | | X | 0.5 | Socializar el plan en su totalidad con la comunidad estudiantil. | |
| Se tiene establecido un cronograma para capacitaciones necesarias. | | X | | 0 | Implementar el cronograma. | |
| PROMEDIO CAPACITACIÓN | | | | Total | 2 | REGULAR |
| | | | | 2/5 | 0.4 | |

| 3. CARACTERISTICAS DE SEGURIDAD | | | | | | |
|---|--|--|---|--------------|---|----------------|
| Disponen de equipos básicos para enfrentar alguna emergencia. | | | X | 0.5 | Dotar de equipos necesarios ante emergencias. | |
| Se encuentran distribuidos en distintas áreas los botiquines de primeros auxilios | | | X | 0.5 | Implementar botiquines de primeros en las áreas requeridas. | |
| Se ha dotado de material identificativo y personal a las brigadas de emergencias. | | | X | 0.5 | Dotar el respectivo material al personal. | |
| Se ha dotado de equipos de protección personal (EPP) acorde a la necesidad de la institución. | | | X | 0.5 | Dotar los equipos de protección necesarios. | |
| PROMEDIO CAPACITACIÓN | | | | Total | 2 | REGULAR |
| | | | | 2/4 | 0.5 | |
| TOTAL | | | | 1.4 | MEDIA | |

| EN LOS RECURSOS | | | | | |
|--|-----------|----|---------|--------------|---------------------------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES |
| | SI | NO | PARCIAL | | |
| 1. SUMINISTROS | | | | | |
| La institución cuenta con camillas o materiales para el traslado de heridos. | | X | | 0 | Verificar la necesidad |
| La institución dispone de herramientas para remoción de escombros y material | | | X | 0.5 | Aumentar según las necesidades. |
| La institución cuenta con botiquines de primeros | | | X | 0.5 | Aumentar según las |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|--------------|--|-------------|
| auxilios. | | | | | necesidades. | |
| La institución cuenta materiales de cierre de vía en caso de requerir | | X | | 0 | Verificar la necesidad | |
| PROMEDIO MATERIALES | | | | Total | 1 | MALO |
| | | | | 1/4 | 0.25 | |
| 2. EDIFICACIONES | | | | | | |
| La construcción es sismoresistente | X | | | 1 | Sin novedad | |
| La edificación tienen refuerzos estructurales | | | X | 0.5 | Verificar la necesidad de reforzamiento. | |
| Existen salidas de emergencia | | | X | 0.5 | Mejorar las salidas de emergencia. | |
| Disponen de señaléticas de vías de evacuación | | X | | 0 | Dotar de señalética. | |
| Se encuentran asegurados los muebles u objetos que puedan caer. | | | X | 0.5 | Mejorar la seguridad de muebles y objetos. | |
| Las vías de evacuación se encuentran en buen estado. | | | X | 0.5 | Mejorar las vías de evacuación. | |
| Disponen de sitios seguros en caso de emergencia | X | | | 1 | Mantener. | |
| PROMEDIO EDIFICACIONES | | | | Total | 4 | |
| | | | | 4/7 | 0.57 | |

| 3. EQUIPOS | | | | | | |
|--|---|--|--|--------------|-----------------------------------|--------------|
| La institución dispone de una alarma en caso de emergencia | X | | | 1 | Dar mantenimiento al equipo. | |
| La institución cuenta con equipos de comunicación. | X | | | 1 | Dar mantenimientos a los equipos. | |
| PROMEDIO EQUIPOS | | | | Total | 2 | BUENO |
| | | | | 2/2 | 1 | |

| | | |
|--------------|-------------|--------------|
| TOTAL | 1.82 | MEDIA |
|--------------|-------------|--------------|

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

| EN LOS SISTEMAS | | | | | | |
|---|-----------|----|---------|--------------|--|--------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 1. SERVICIOS | | | | | | |
| La institución dispone de energía eléctrica permanente | X | | | 1 | La energía eléctrica se encuentra en buen estado | |
| La institución cuenta con servicios de comunicación. | X | | | 1 | Se encuentran en buen estado. | |
| La institución cuenta con agua potable. | X | | | 1 | Sin novedades. | |
| La institución dispone de un sistema adecuado de recolección de basura. | X | | | 1 | La recolección de basura se encuentra en buen estado | |
| PROMEDIO MATERIALES | | | | Total | 4 | BUENO |
| | | | | 4/4 | 1 | |

| 2. SISTEMAS ALTERNOS | | | | | | |
|--|--|---|---|---------------|---|-------------|
| Disponen de tanques provisionales de agua | | X | | 0 | Sin novedad. | |
| Cuentan con sistemas de vigilancia | | X | | 0 | Implementar un sistema de vigilancia. | |
| Disponen de tanques provisionales de agua | | | X | 0.5 | Sin novedad | |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 0.50 | MALO |
| | | | | 0.50/3 | 0.17 | |
| 3. RECUPERACIÓN | | | | | | |
| La institución cuenta con algún plan alternativo en el caso de detenerse las funciones de manera imprevista. | | | X | 0.5 | Sin novedad. | |
| Se tienen asegurados los bienes físicos. | | | X | 0.5 | Asegurar los objetos que atenten con la seguridad física de las personas. | |
| Se tiene un backup de la información. | | X | | 0 | Contar con información digital para resguardar toda su información. | |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 1 | MALO |
| | | | | 1/3 | 0.33 | |
| TOTAL | | | | 1.5 | MEDIA | |

Tabla 40: Estimación de vulnerabilidad frente a caída de ceniza volcánica

| EN LOS RECURSOS | | | | | | |
|---|------------------|-----------|----------------|---------------------|---|----------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 1. SUMINISTROS | | | | | | |
| Disponen de equipos de protección personal (EPP) | | | X | 0.5 | Dotar de equipos de protección en su totalidad. | |
| Cuentan con botiquín de primeros auxilios. | | | X | 0.5 | Sin novedad. | |
| Disponen de materiales para remoción de cenizas. | | | X | 0.5 | Sin novedad. | |
| PROMEDIO SUMINISTROS | | | | Total | 1.5 | REGULAR |
| | | | | 1.5/3 | 0.5 | |
| 2. EDIFICACIONES | | | | | | |
| Los ventanales se encuentran en buen estado | | | X | 0.5 | Mejorar el estado de las ventanas. | |
| Las puertas se abren hacia afuera | | X | | 0 | Cambios programados y paulatinos de bisagras | |
| Las vías de evacuación se encuentran en buen estado | | | X | 0.5 | Despejar las vías de evacuación. | |
| Se encuentran designados los puntos de encuentro | | | X | 0.5 | Designar puntos de encuentro seguros. | |
| PROMEDIO EDIFICACIONES | | | | Total | 1.5 | REGULAR |
| | | | | 1.5/4 | 0.38 | |

| 3. EQUIPOS | | | | | | |
|--|---|--|--|--------------|----------------------------------|--------------|
| La institución dispone de una alarma en caso de emergencia | X | | | 1 | Dar mantenimiento al equipo. | |
| La institución cuenta con equipos de comunicación. | X | | | 1 | Dar mantenimiento a los equipos. | |
| PROMEDIO EDIFICACIONES | | | | Total | 2 | BUENO |
| | | | | 2/2 | 1 | |
| TOTAL | | | | 1.88 | MEDIA | |

| EN LOS SISTEMAS | | | | | | |
|---|-----------|----|---------|--------------|--|--------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 1. SERVICIOS | | | | | | |
| La institución dispone de energía eléctrica permanente | X | | | 1 | La energía eléctrica se encuentra en buen estado | |
| La institución cuenta con servicios de comunicación. | X | | | 1 | Se encuentran en buen estado. | |
| La institución cuenta con agua potable. | X | | | 1 | Sin novedades. | |
| La institución dispone de un sistema adecuado de recolección de basura. | X | | | 1 | La recolección de basura se encuentra en buen estado | |
| PROMEDIO MATERIALES | | | | Total | 4 | BUENO |
| | | | | 4/4 | 1 | |

| 2. SISTEMAS ALTERNOS | | | | | | |
|--|---|---|---|--------------|---|--------------|
| No se necesitan | X | | | 1 | Sin novedades | |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 1 | BUENO |
| | | | | 1/1 | 1 | |
| 3. RECUPERACIÓN | | | | | | |
| La institución cuenta con algún plan alternativo en el caso de detenerse las funciones de manera imprevista. | | | X | 0.5 | Sin novedad | |
| Se tienen asegurados los bienes físicos. | | | X | 0.5 | Asegurar de manera adecuada los objetos que atenten con la integridad física de la persona. | |
| Se tiene un backup de la información. | | X | | 0 | Dotar de información digital para resguardar toda su información. | |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 1 | MALO |
| | | | | 1/3 | 0.33 | |
| TOTAL | | | | 2.33 | BAJO | |

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

Tabla 41: Estimación de vulnerabilidades frente a incendios

| EN LOS RECURSOS | | | | | | |
|---|------------------|-----------|----------------|---------------------|--|-------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 4. SUMINISTROS | | | | | | |
| Dispone de extintores | | | X | 0.5 | Dotar de extintores que requiera la unidad. | |
| Dispone de botiquín de primeros auxilios | | | X | 0.5 | Todas las aulas deben contar con un botiquín. | |
| Se encuentran instalados detectores de humo | | X | | 0 | Dotar de sistemas de seguridad para incendios. | |
| Cuenta con herramientas o materiales para trasladar a los heridos. | | X | | 0 | Implementar materiales necesarios para atender una emergencia. | |
| PROMEDIO SUMINISTROS | | | | Total | 1 | MALO |
| | | | | 1/4 | 0.25 | |
| 5. EDIFICACIONES | | | | | | |
| Existen salidas de emergencias | X | | | 1 | Sin novedad. | |
| Las puertas se abren hacia afuera | | X | | 0.5 | Cambios programados y paulatinos de bisagras. | |
| Se cuenta con instalaciones para almacenamiento de materiales de combustible. | | | X | 0.5 | Designar un lugar seguro para dichos materiales. | |

| | | | | | | |
|--|---|---|---|--------------|---|----------------|
| Las vías de evacuación se encuentran en buen estado. | | | X | 0.5 | Mejorar las vías de evacuación. | |
| Existen materiales que se puedan consumir rápidamente por el fuego. | | | X | 0.5 | Tener precaución con materiales que se pueden consumir rápidamente. | |
| Se tienen designados los puntos de encuentro en caso de un incendio. | | | X | 0.5 | Designar puntos de encuentros seguros. | |
| PROMEDIO EDIFICACIONES | | | | Total | 3.5 | REGULAR |
| | | | | 3.5/6 | 0.58 | |
| 6. EQUIPOS | | | | | | |
| Se tiene instalado gabinetes contra incendios | | X | | 0 | Sin novedad | |
| Cuenta con equipos de detección de incendios | | X | | 0 | Implementar equipos de detección de incendios. | |
| Se tiene un programa de mantenimiento de equipos | | X | | 0 | Implementar el programa para su mantenimiento. | |
| Dispone de alarma en caso de incendios. | X | | | 1 | Sin novedad | |
| PROMEDIO EDIFICACIONES | | | | Total | 1 | MALO |
| | | | | 1/4 | 0.25 | |
| TOTAL | | | | 1.08 | MEDIA | |

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

| EN LOS SISTEMAS | | | | | | |
|---|-----------|----|---------|--------------|---|--------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 4. SERVICIOS | | | | | | |
| Dispone de servicios de comunicación | X | | | 1 | Sin novedad | |
| Dispone de un sistema adecuado de recolección de basura. | X | | | 1 | Utilizar adecuadamente los contenedores de basura. | |
| Cuenta con energía eléctrica permanente. | X | | | 1 | Sin novedad | |
| Dispone de agua potable | X | | | 1 | Sin novedad | |
| PROMEDIO MATERIALES | | | | TOTAL | 4 | BUENO |
| | | | | 4/4 | 1 | |
| 5. SISTEMAS ALTERNOS | | | | | | |
| Disponen de planta de energía alterna | | X | | 0 | Sin novedad | |
| Cuentan con sistemas de vigilancia | | X | | 0 | Sin novedad | |
| Disponen de tanques provisionales de agua | | | X | 0.5 | Sin novedad | |
| Existen hidratantes en los interiores y exteriores de la institución. | | X | | 0 | Es necesario que dispongan de hidratantes en la Unidad Educativa. | |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 0.5 | MALO |
| | | | | 0.5/4 | 0.13 | |

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

| 6. RECUPERACIÓN | | | | | | |
|--|--|---|---|--------------|--|-------------|
| La institución cuenta con algún plan alterno en el caso de detenerse las funciones de manera imprevista. | | | X | 0.5 | Sin novedad | |
| Se tienen asegurados los bienes físicos. | | | X | 0.5 | Asegurar de manera adecuada los objetos que pueden poner el peligro. | |
| Se tiene un backup de la información. | | X | | 0 | Es necesario que la institución cuente con un respaldo digital de toda su información. | |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 1 | MALO |
| | | | | 1/3 | 0.33 | |
| TOTAL | | | | 1.46 | MEDIA | |

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

Tabla 42: Estimación de la vulnerabilidad frente a colapso estructural

| EN LOS RECURSOS | | | | | | |
|--|-----------|----|---------|--------------|--|----------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 1. SUMINISTROS | | | | | | |
| Dispone de extintores | | | X | 0.5 | Dotar de extintores que requiera la unidad. | |
| Dispone de botiquín de primeros auxilios | | | X | 0.5 | Todas las aulas deben contar con un botiquín. | |
| Cuenta con herramientas o materiales para trasladar a los heridos. | | X | | 0 | Implementar materiales necesarios para atender una emergencia. | |
| PROMEDIO SUMINISTROS | | | | Total | 1 | MALO |
| | | | | 1/4 | 0.33 | |
| 2. EDIFICACIONES | | | | | | |
| La construcción es sismo resistente | X | | | 1 | Sin novedades | |
| La edificación tienen refuerzos estructurales | | | X | 0.5 | Verificar la necesidad de reforzamiento. | |
| Existen salidas de emergencia | | | X | 0.5 | Mejorar las salidas de emergencia. | |
| Disponen de señaléticas de vías de evacuación | | X | | 0 | Dotar de señalética. | |
| Las vías de evacuación se encuentran en buen estado. | | | X | 0.5 | Mejorar las vías de evacuación. | |
| Disponen de sitios seguros en caso de emergencia | X | | | 1 | Sin novedad | |
| PROMEDIO EDIFICACIONES | | | | Total | 3.5 | REGULAR |
| | | | | 3,5/6 | 0.58 | |

| 3. EQUIPOS | | | | | | |
|--|---|--|--|--------------|------------------------------------|--------------|
| La institución dispone de una alarma en caso de emergencia | X | | | 1 | Mantener en buen estado el equipo. | |
| La institución cuenta con equipos de comunicación. | X | | | 1 | Mantener en buen estado el equipo. | |
| PROMEDIO EQUIPOS | | | | Total | 2 | BUENO |
| | | | | 2/2 | 1 | |

| | | |
|--------------|-------------|--------------|
| TOTAL | 1.91 | MEDIA |
|--------------|-------------|--------------|

| EN LOS SISTEMAS | | | | | | |
|--|-----------|----|---------|--------------|--------------------------------------|--------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 1. SERVICIOS | | | | | | |
| Dispone de servicios de comunicación | X | | | 1 | Sin novedad | |
| Dispone de un sistema adecuado de recolección de basura. | X | | | 1 | Utilizar los contenedores de basura. | |
| Cuenta con energía eléctrica permanente. | X | | | 1 | Sin novedad | |
| PROMEDIO SERVICIOS | | | | TOTAL | 3 | BUENO |
| | | | | 3/3 | 1 | |

| 2. SISTEMAS ALTERNOS | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Disponen de planta de energía alterna | | X | | 0 | Sin novedad | |
| Cuentan con sistemas de vigilancia | | X | | 0 | | |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 0.00 | MALO |
| | | | | 0/2 | 0.00 | |
| 3. RECUPERACIÓN | | | | | | |
| La institución cuenta con algún plan alternativo en el caso de detenerse las funciones de manera imprevista. | | | X | 0.5 | Sin novedad | |
| Se tienen asegurados los bienes físicos. | | | X | 0.5 | Sin novedad | |
| Se tiene un backup de la información. | | X | | 0 | Sin novedad | |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 1 | MALO |
| | | | | 1/3 | 0.33 | |
| TOTAL | | | 1.33 | MEDIA | | |

Tabla 43: Estimación de vulnerabilidades frente a accidentes vehiculares

| EN LOS RECURSOS | | | | | | |
|--|------------------|-----------|----------------|---------------------|--|----------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 1. SUMINISTROS | | | | | | |
| Dispone de extintores | | | X | 0.5 | Dotar de extintores que requiera la unidad. | |
| Dispone de botiquín de primeros auxilios | | | X | 0.5 | Todas las aulas deben contar con un botiquín. | |
| Cuenta con materiales para cierre de vías en caso de requerir. | | X | | 0 | Implementar materiales necesarios para atender una emergencia. | |
| PROMEDIO SUMINISTROS | | | | Total | 1 | MALO |
| | | | | 1/4 | 0.33 | |
| 2. EDIFICACIONES | | | | | | |
| Existen señaléticas de tránsito | | | X | 0.5 | Sin novedad | |
| Existen semáforos cerca de la institución | X | | | 1 | Sin novedad | |
| Existe rompe velocidades. | | X | | 0 | Sin novedad | |
| PROMEDIO EDIFICACIONES | | | | Total | 1.5 | REGULAR |
| | | | | 1.5/3 | 0.5 | |

| 3. EQUIPOS | | | | | |
|--|---|--|--|--------------|---|
| La institución cuenta con equipos de comunicación. | X | | | 1 | Dar mantenimiento a los equipos de comunicación |
| PROMEDIO EQUIPOS | | | | Total | 2 |
| | | | | 2/2 | 1 |
| BUENO | | | | | |

| | | |
|--------------|-------------|--------------|
| TOTAL | 1.83 | MEDIA |
|--------------|-------------|--------------|

| EN LOS SISTEMAS | | | | | |
|--|-----------|----|---------|--------------|---------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES |
| | SI | NO | PARCIAL | | |
| 1. SERVICIOS | | | | | |
| Dispone de servicios de comunicación | X | | | 1 | Sin novedad |
| Dispone de agua potable. | X | | | 1 | Sin novedad |
| Cuenta con energía eléctrica permanente. | X | | | 1 | Sin novedad |
| PROMEDIO SERVICIOS | | | | TOTAL | 3 |
| | | | | L | 1 |
| | | | | 3/3 | 1 |
| 2. SISTEMAS ALTERNOS | | | | | |
| Existen sistemas de emergencia próximas | | | 0 | 0.5 | Sin novedad |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 0.5 |
| | | | | L | 0.5 |
| | | | | 0.5/1 | 0.5 |
| REGULAR | | | | | |

| 3. RECUPERACIÓN | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|---|--------------|----------------|
| Se cuenta con seguros personales. | | | X | 0.5 | Sin novedad |
| PROMEDIO RECUPERACIÓN | | | | TOTAL | REGULAR |
| | | | | L | |
| | | | | 0.5/1 | 0.5 |
| TOTAL | | | | 2 | MEDIA |

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

Tabla 44: Estimación de vulnerabilidades frente a delincuencia

| EN LOS RECURSOS | | | | | | |
|--|-----------|----|---------|--------------|---|-------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 1. SUMINISTROS | | | | | | |
| Se cuenta con algún tipo de instrumento para la seguridad. | | X | | 0.00 | Dotar de equipos de seguridad. | |
| PROMEDIO SUMINISTROS | | | | Total | 0.0 | MALO |
| | | | | 0.0/1 | 0.00 | |
| 2. EDIFICACIONES | | | | | | |
| La institución cuenta con seguridad en sus puertas | | | X | 05 | Implementar en zonas de riesgos. | |
| Las aulas con equipo tienen un buen aseguramiento. | | X | | 0 | Implementar según sus necesidades. | |
| Cuentan con sistemas de alarmas. | | X | | | Colocar en zonas necesarias. | |
| Se tiene botones de pánico en las instalaciones. | | | X | 0.5 | Cubrir zonas o despejarlas de cualquier objeto peligroso. | |
| PROMEDIO EDIFICACIONES | | | | Total | 1 | MALO |
| | | | | 1/3 | 0.33 | |

| 3. EQUIPOS | | | | | | |
|---|--|--|---|--------------|---------------------------------|-------------|
| La institución cuenta con equipos de monitoreo | | | | 0 | Monitorear de manera periódica. | |
| Se dispone de sistemas de comunicación con equipos de emergencia. | | | X | 0.5 | Mejorar según sus necesidades. | |
| PROMEDIO EQUIPOS | | | | Total | 0.5 | MALO |
| | | | | 1/0.5 | 0.25 | |
| TOTAL | | | | 0.58 | ALTO | |





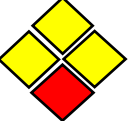




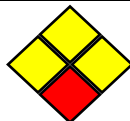




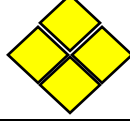
| EN LOS SISTEMAS | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|----|---------|--------------|---------------|-------------|
| PUNTO A EVALUAR | RESPUESTA | | | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES | |
| | SI | NO | PARCIAL | | | |
| 1. SERVICIOS | | | | | | |
| Unidades de policías comunitarias. | | X | | 0 | Sin novedad | |
| El alumbrado público es eficiente. | | | X | 0.5 | Sin novedad | |
| Dispone de servicios de comunicación. | | | X | 0.5 | Sin novedad | |
| PROMEDIO SERVICIOS | | | | TOTAL | 1 | MALO |
| | | | | 1/3 | 0.33 | |
| 2. SISTEMAS ALTERNOS | | | | | | |
| Dispone de personal de seguridad. | | X | | 0 | | |
| Dispone de sistemas de vigilancia. | | X | | 0 | | |
| PROMEDIO SISTEMAS ALTERNOS | | | | TOTAL | 0.00 | MALO |
| | | | | 0.0/2 | 0.0 | |





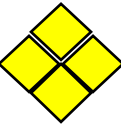









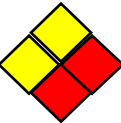
| 3. RECUPERACIÓN | | | | | | |
|--|--|--|---|-----------------|--------------|----------------|
| Se tiene asegurado los bienes físicos. | | | X | 0.5 | | |
| Se tiene un backup de la información. | | | X | 0.5 | | |
| PROMEDIO RECUPERACIÓN | | | | TOTAL | 1.00 | REGULAR |
| | | | | 1.00/0.5 | 0.5 | |
| TOTAL | | | | 1.33 | MEDIA | |

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

Tabla 45: Consolidado de vulnerabilidades de la unidad educativa

| Análisis de amenazas | | | Análisis de vulnerabilidad | | | | | | | | | | | | | | Nivel de riesgo | | |
|----------------------|--------------|---|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--|----------------|------------------|------------|----------------------------------|---|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------------------|---|---|----------------|
| | | | Personas | | | | | Recursos | | | | | Sistemas y procesos | | | | | | |
| Amenaza | Calificación | Color | 1. Gestión organizacional | 2. Capacitación y entrenamiento | 3. Características de seguridad | Total vulnerabilidad de personas | Color rombo personas | 1. Suministros | 2. Edificaciones | 3. Equipos | Total vulnerabilidad de recursos | Color rombo recursos | 1. Servicios | 2. Sistemas alternos | 3. Recuperación | Total vulnerabilidad sistemas | Color rombo sistemas | Resultado del diamante | Interpretación |
| Sismos | Inminente |  | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 1.4 |  | 0.25 | 0.57 | 1 | 1.8 |  | 1 | 0.17 | 0.33 | 1.5 |  |  | MEDIO |
| Caída de cenizas | probable |  | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 1.4 |  | 0.5 | 0.38 | 1 | 1.9 |  | 1 | 1 | 0.33 | 2.33 |  |  | MEDIO |
| Incendios | probable |  | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 1.4 |  | 0.25 | 0.58 | 0.25 | 1.1 |  | 1 | 0.13 | 0.33 | 1.46 |  |  | MEDIO |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|---|-----|-----|-----|------------|--|------|------|------|------------|---|------|-----|------|-------------|---|---|-------|
| Colapso estructural | probable |  | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 1.4 |  | 0.33 | 0.58 | 1 | 1.9 |  | 1 | 0 | 0.33 | 1.33 |  |  | MEDIO |
| Accidentes vehiculares | Inminente |  | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 1.4 |  | 0.33 | 0.5 | 1 | 1.8 |  | 1 | 0.5 | 0.5 | 2 |  |  | MEDIO |
| Delincuencia | probable |  | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 1.4 |  | 0 | 0.33 | 0.25 | 0.6 |  | 0.33 | 0 | 0.5 | 0.83 |  |  | MEDIO |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019

Una vez que se ha determinado el análisis de riesgo de la institución se procede a la conformación de comité institucional de gestión de riesgos.

Tabla 46: Conformación del Comité Institucional de Gestión de Riesgos

A continuación se detalla la conformación del Comité Institucional de gestión de Riesgos la cual se encuentra conformada por autoridades y docentes de la institución con un total de 20 miembros, quienes serán los encargados de liderar y coordinar las diferentes brigadas.

| Comité institucional de Gestión de Riesgos y Coordinadores de Brigadas. | |
|--|-----------------------------|
| Directora | Nely Abril del Pozo |
| Coordinador general | Nely Andrade Barragán |
| Coordinador de prevención y mitigación | Ana Armijos Villegas |
| Coordinador de preparación y respuesta. | Liliana Arguello Quingatuña |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019

Las acciones que se efectúan en los componentes desde su, análisis de amenazas, reducción de riesgos, manejo de eventos adversos, recuperación y transferencia del riesgo siempre el Comité Institucional de Gestión de Riesgos deben liderar dichas acciones.

A continuación se describe los miembros de las brigadas.

Tabla 47: Conformación de brigadas

| Brigada | Integrantes |
|--------------------------------|--|
| Prevención y mitigación | Ana Armijos Villegas Aurora Aucancela Guashpa Lorena Cáceres Gonzales Michelle Calderón Pazmiño Karina Coloma Mora Laura del Pozo Valverde Rocío Duran Milan |
| Preparación y respuesta | Liliana Arguello Quingatuña Ruth Estrada Chasi Elvis Fonseca Changoluisa |

| | |
|--|--|
| | Mercy Flores Coloma Angelita Gaibor Mora Luis Galarza Reina Consuelo Gonzales Cedeño Nancy Guananga Espín Verónica Miguez Verdezoto |
|--|--|

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.3.5 Prevención y mitigación

De acuerdo a las vulnerabilidades identificadas se establece las acciones de prevención y mitigación.

| Vulnerabilidad | | |
|--|---|----------------------|
| En Personas | Acciones a realizar | Responsable |
| No se promueve programas de gestión de riesgos. | Promover programas de gestión de riesgos en coordinación con el distrito de educación de Guaranda (DGR) para fortalecer la resiliencia institucional. | Ana Armijos Villegas |
| Deficiencia en las inspecciones para identificación de riesgos. | Inspeccionar con regularidad las posibles amenazas y vulnerabilidades que se pueden producir en establecimiento en compañía de un técnico de GDR, designado por el distrito de educación. | |
| Simulacros limitados ante eventos adversos. | Solicitar al departamento de gestión de riesgos del distrito de educación para que se efectúen de manera frecuente los simulacros. | |
| Limitada capacitación a las brigadas de emergencia. | Coordinar con las autoridades del plantel y coordinadores de brigadas para que sean capacitados frecuentemente. | |
| No existe un cronograma para establecer las capacitaciones necesarias. | Autoridades de la institución y coordinadores de brigadas deben establecer los cronogramas para sus respectivas capacitaciones. | |
| No cuentan en su totalidad | | |

| | | |
|---|---|-----------------------------|
| con equipos básicos para enfrentar una emergencia | Coordinar los miembros de brigadas para la implementación necesaria de equipos básicos de emergencias. | |
| Recursos | Acciones a realizar | responsable |
| No existen materiales para la evacuación inmediata de personas afectadas por un evento. | En coordinación con autoridades del plantel y brigadistas, gestionar la implementación de material necesario para la atención inmediata de emergencias. | Aurora Aucancela Guashpa |
| No disponen de señaléticas de vías de evacuación. | Gestionar los miembros competentes de brigadas a las autoridades del plantel para su respectiva dotación. | |
| No existe un seguro adecuado de los objetos y muebles que pueden poner en riesgo al personal de la institución. | Las autoridades del plantel deben mejorar la seguridad de muebles u objetos peligrosos. | |
| Sistemas y procesos | Acciones a realizar | Responsable |
| No disponen de tanques provisionales de agua. | Dotar de tanques de agua provisionales para casos de emergencia. | Lorena Cáceres Gonzales |
| No se dispone de un backup de la información. | Implementar un backup de información para resguardar la documentación física. | |

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.3.6 Manejo de eventos adversos

Preparación

Nos permite facilitar y organizar los operativos de aviso, atención y habilitación de la institución en caso de un desastre.

Plan de acción en preparación.

| Acción a realizar | Responsable |
|---|--|
| Instruir y capacitar a todo el personal de la institución: Docentes, estudiantes y personal administrativo en temas de gestión de riesgos. Instruir y capacitar a las brigadas en temas de primeros auxilios. Instruir y capacitar a las brigadas sobre la prevención y manejo de incendios. Capacitar a las brigadas entorno a la búsqueda, rescate y evacuación. Instruir y capacitar a las brigadas en temas de orden y seguridad. | Liliana Arguello Quingatuña |
| Destinar responsabilidades al Comité Institucional de Gestión de Riesgos y a las brigadas pertinentes. | Responsable |
| Señalar los puntos de encuentro en el establecimiento educativo. Elaboración de simulacros. | Nely Abril del Pozo Nely Andrade Barragán |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019

Puntos de encuentros identificados

| Descripción puntos de encuentro | Quienes los ocupan |
|--|---------------------------|
| Patio principal de la institución | Estudiantes y docentes |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.3.7 Sistema de alerta temprana

La Unidad Educativa debe poseer un sistema de vigilancia y monitoreo de los eventos que pueden afectar al personal, para que de esta manera se pueda tomar medidas de prevención ante dichos eventos.

| Amenaza | Tipo de alarma | Descripción de la forma de alarma | Responsable |
|------------------------------------|-----------------------|---|---|
| Sismo y colapso estructural | Megáfonos | Toque continuo tres veces. | Nely Abril del Pozo |
| Incendio | Sirena | Toque continuo, alarma automática por los detectores de humo. | La persona que haya identificado el incendio y que se encuentre cerca de la sirena. |
| Caída de ceniza | Sirena | Toque continuo dos veces | Nely Andrade Barragán |
| Delincuencia | Botón de pánico | La autoridad competente activará el botón. | Nely Abril del Pozo |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.3.8 Respuesta

Es el procedimiento que se efectúa durante la ocurrencia de un suceso, con la finalidad de mitigar los efectos adversos.

Brigada de primeros auxilios aumentar cargo

| Nombre los miembros de las brigadas | Función | Responsabilidades permanentes |
|---|---|---|
| Coordinador: Liliana Arguello Quingatuña Titular 1: Ruth Estrada Chasi. Apoyo: Elvis Fonseca Changoluisa | Brindar los primeros auxilios necesarios hasta que llegue el personal de socorro. | Requerir la formación y capacitación para los miembros de la unidad de primeros auxilios. |
| | Prevalecer el cuidado a las personas más necesitadas | Conocer de forma eficaz el área de seguridad y determinar el sitio para albergar a los heridos. |
| | Si es ineludible sistematizar las actividades con las otras unidades | |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019 mejorar

Brigada de prevención y manejo de incendios

| Nombre de los miembros de las brigadas | Función | Responsabilidades permanentes |
|--|--|--|
| Coordinador: Michelle Calderón Pazmiño Titular 1: Karina Coloma Mora Apoyo: Laura del Pozo Valverde | Empleando los medios favorables, combatir el incendio desde su inicio hasta donde sea posible. | Requerir la formación y capacitación contra incendios para el personal de la Unidad Educativa. |
| | Brindar el apoyo necesario en los trabajos que efectúe el cuerpo de bomberos de Guaranda. | Examinar diariamente las instalaciones eléctricas. |
| | Coordinar las acciones con otras instituciones. | Contar con el equipo preciso para combatir incendios, situarlos apropiadamente y fijarse en su fecha de caducidad. |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019 mejorar

Brigada de búsqueda, rescate y evacuación

| Nombre de los miembros de las brigadas | Función | Responsabilidades permanentes |
|--|---|--|
| Coordinador: Liliana Arguello Quingatuña Titular 1: Ruth Estrada Chasi Apoyo: Elvis Fonseca Changoluisa | Efectuar la evacuación del personal del plantel, realizar la búsqueda y rescate de personas, bienes y documentos importantes. | Solicitar la capacitación e instrucción al personal del plantel en técnicas de búsqueda y rescate. |
| | Efectuar las actividades en coordinación con las otras actividades. | Disponer del equipo necesario para las acciones de búsqueda y rescate. |
| | Si se produce un suceso se debe acceder a la Unidad Educativa únicamente el personal acreditado e identificado. | Señalización de vías de evacuación hacia zonas seguras. Identificar el lugar exacto donde deberán ser trasladadas las personas afectadas. |
| | Ayudar en la evacuación del personal. | |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019

Brigada de orden y seguridad

| Nombre de los miembros de las brigadas | Función | Responsabilidades permanentes |
|---|---|---|
| Coordinador: Mercy Flores Coloma Titular 1: Angelita Gaibor Mora Apoyo: Luis Galarza Reina | Despejar el área mientras sea atendido la persona afectada. | Requerir la formación y capacitación en seguridad y orden para los miembros brigadista. |
| | Conservar el orden y prevenir los atracos en la Unidad Educativa. | Vigilar el desempeño de las normas de seguridad de la Unidad Educativa. Prevenir e identificar nuevos riesgos. Proteger los bienes del plantel implementando medidas de seguridad |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019

Recursos institucionales externos.

| Recurso | Nombre de la institución | Teléfono | Contacto | Cargo |
|----------------------------------|---|-------------|-------------------------|---|
| Institución de salud | Sub centro de salud los Trigales | 032-983179 | Lic. Christian Barragán | Responsable de seguridad y prevención del Sub centro. |
| Institución de salud | Hospital Alfredo Noboa Montenegro | 032-980230 | Ing. Héctor Martínez | Seguridad y vigilancia |
| Policía Nacional | Comando de la Policía Nacional Sub zona # 2 Bolívar | 032- 982449 | Cnel. Edgar Correa | Jefe del comando de Policía. |
| Secretaria de Gestión de Riesgos | Secretaria de Gestión de riesgos Bolívar | 032- 982901 | Ing. Rubén Cherres | Técnico de Gestión de Riesgos |
| Unidad Cuerpo de Bomberos | Cuerpo de Bomberos Municipalidad Guaranda | 032- 980104 | Mayor. Miguel Rojas | Jefe encargado |

Fuente: Trabajo de campo, 2019

Elaborado por: Guachilema, 2019

4.3.9 Reconstrucción.

Se restituye en mediano y largo plazo el funcionamiento de la Unidad Educativa sobre las condiciones económicas, sociales y físicas, para mejorar el nivel de desarrollo.

La unidad educativa Alberto Alfredo Arregui es un establecimiento importante cuya función principal es la educación y enseñanza, por tanto, es necesario que el plantel cuente con un lugar alterna en caso de suscitarse algún evento de mayor índole.

4.3.10 Transferencia del riesgo.

Para las consecuencias financieras del riesgo es imprescindible trasladar de manera formal o informalmente, cabe mencionar que la Unidad Educativa no dispone de un seguro que facilite su recuperación en caso de suscitarse un desastre.

CAPÍTULO 5

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- En la mampostería se presenta una restricción parcialmente al desplazamiento lateral de la columna, lo cual concentra en la porción libre tensiones cortantes sustancialmente más altas que las correspondientes a la misma columna, produciendo el efecto de columna corta.
- De acuerdo a los planos estructurales correspondientes a la Unidad Educativa Roberto Arregui Chauvin, la resistencia de hormigón simple es de 210 kg/m² cuyo valor coincide a las pruebas realizadas con el esclerómetro, representado su resistencia para vigas: que puede ser de hormigón armado, metálica, madera o mixta; soportes: que puede ser de hormigón armado rectangular y circular; forjados: de vigueta de hormigón prefabricados armados o pretensados; estructuras 3D integradas: formada por nudos y barras con seis grados de libertad; escalares; que se calcula por el método de elementos finitos; y cimentación: que puede ser fija o flotante.
- Al realizar la modelación estructural se pudo evidenciar que las secciones de los elementos estructurales no son los adecuados para condiciones de resistencia, por lo cual las derivas máximas resultantes del primer análisis sísmico estructural muestran una deriva de piso de $(x: \frac{1}{23}; y: \frac{1}{15})$, cumplen el rango de los límites propuestos que estipulas las normas de construcción que son de 1/50; al igual con las derivas reflejantes del segundo modelamiento estructural dan por resultado; $(x: \frac{1}{39}; y: \frac{1}{22})$, cuyos valores estarían cumpliendo dentro de las normas de construcción.
- En el primer modelamiento estructural, el primer modo de vibración es traslacional con un coeficiente de participación de 0.0008 en l_{gx}; en cambio el segundo modo de vibración es torsional portando un valor en coeficiente de participación de 0.994 en l_{gx}, por lo tanto, la estructura de la Unidad Educativa Roberto Arregui Chauvin no tiene un buen desempeño estructural ante eventos sísmicos.
- En el segundo modelamiento estructural, su primer modo de vibración traslacional con un coeficiente de participación de 0.086 en l_{gx}, mientras su

segundo modo de vibración es rotacional dando un coeficiente de participación de 0.9998 en l_{gx} , mejorando su desempeño estructural ante movimientos de torsión con un valor de 0.7729 l_{gx} , para su tercer modo de vibración ante los eventos sísmicos suscitados.

- Para el análisis del segundo modelamiento sísmico estructural se ha incorporado muros de mampostería en ejes longitudinales de la estructura, ubicados estratégicamente dentro de su configuración, dando un mejor desempeño sísmico estructural frente a los distintos modos de vibración de suelo, garantizando la servicialidad de dicha estructura ante movimientos de tipo rotacional de suelos de tipo IV, referente a la zona sísmica y su coeficiente de participación.
- La implementación de la metodología de análisis de riesgos por colores permitió identificar los riesgos existentes en la institución para posteriormente establecer los protocolos de actuación ante situaciones de emergencias que se puedan suscitar, permitiendo fortalecer las capacidades de repuesta de docentes, estudiantes y personal administrativo de la Unidad Educativa Roberto Arregui.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar los estudios de suelo que sean necesarios para establecer este tipo de configuración sencilla, puesto que, dentro del análisis sísmico estructural realizado, se notó una susceptibilidad sísmica de la configuración convexa ante los movimientos de tipo rotación.
- Desarrollar los estudios a nivel detallado de la vulnerabilidad sísmica que evidencia el desempeño sísmico estructural, con el fin de tomar medidas prevención y mitigación ante las falencias localizadas en la estructura marginando las grandes pérdidas estructurales y no estructurales, llegando a garantizar su operacionalidad después de suscitado un evento sísmico.
- En el caso de rehabilitación una buena estrategia, es el refuerzo en sus elementos estructurales, los cuales podrían presentar algún defecto en la capacidad de la formación o la resistencia estructural, frente a la vulnerabilidad de los diferentes modos de vibración.
- Según el modelamiento estructural realizado por CYPECAD, nuestra estructura de estudio tendría que dimensionar con 40cmx30cm para columnas, como para viga de 30x40cm, acotando muros de mampostería como refuerzo, los cuales tendrían que ser colocados estratégicamente dentro en su configuración convexa, permitiendo una baja vulnerabilidad ante las acciones sísmicas, según el tipo de suelo y zona sísmica en la que se pretenda fundar la estructura de configuración convexa.
- Los protocolos de actuación que se han recomendado deben ser aplicados y practicados por parte de los miembros de la institución, para que se materialice la importancia de la gestión de riesgos dentro de los establecimientos educativos, fortaleciendo las capacidades de respuesta ante eventos adversos que se pueden suscitar dentro del establecimiento, constituyéndose en una herramienta útil enfocada en la resiliencia institucional.
- Se recomienda realizar un análisis sísmico estructural dentro de las Unidades Educativas de hoy en día, como para futuras infraestructuras a plantearse, puesto que servirán como alberges humanitarios frente a un evento adverso de gran magnitud, facilitando tomar medidas de mitigación tempranas ante las grandes pérdidas económicas, materiales y humanas que pueden suscitarse ante un evento adverso de gran magnitud sísmica.

Bibliografía.

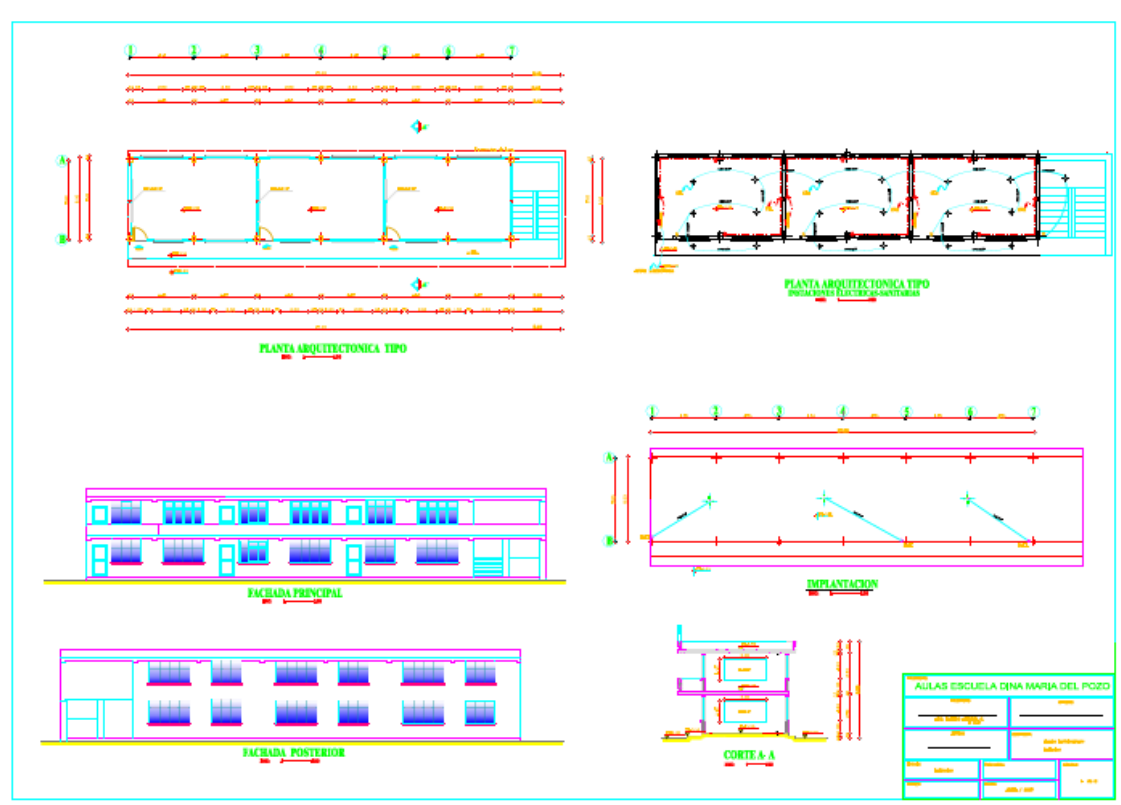
- Castro, A. (2014). *Infraestructura de las Unidades Educativas ante amenazas sísmicas*. Bogotá-Colombia.
- CIIFEN. (2009). *Terminología sobre reducción de Riesgos de Desastres. Concepto de vulnerabilidad*. Ginebra.
- Constitución, E. (2008). *Gestión de Riesgos, sección novena*. Montecristi- Manabi.
- Constitución., E. (2008). *Gestión de Riesgos Sección novena, Art. 390*. Montecristi.
- Díaz, H. (2013). *Metodología para el análisis de la vulnerabilidad sísmica*.
- Elnashai, A. (2008). *Fundamentals of Earthquake Engineering*. West Sussex. Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- Jimenez, C. (2014). *Calibración de umbrales de daño sísmico para el análisis de fragilidad sísmica de estructuras de hormigón armado mediante análisis estático no lineal*. Catalunya.
- LOEI. (2017). *Ley Orgánica Reformatoria a la ley Orgánica de Educación Intercultural. Resolución sobre gestión de riesgos de la asamblea nacional*. Quito.
- Lopez. (2017). *Evaluación estructural mediante aplicación de normativa NEC y propuestas de reforzamiento de la residencia universitaria hogar santa teresita. Trabajo de graduación. Universidad Central de Ecuador, Quito*. Obtenido de Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10747>
- MADS. (2012). *Ministerio del Ambiente y Desarrollo sostenible. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*. BOGOTÁ: NSR-10.
- Meli, R. (2012). *Diseño sísmico de edificios*. México: Limusa.
- Mena, U. (2010). *Tesis doctoral: Evaluación del Riesgo Sísmico en zonas urbanas. Univerddad Politénica de Catalunya, departameneto de Ingeniería del Terreno. Cartográfica y Geofísica*. Barcelona.
- MIDUVI. (2011). *Normativa para el desarrollo ordenado y seguro de los asentamientos humanos*. Ecuador: Dirección de comunicación social, MIDUVI.

- NEC. (2015). *Normas Ecuatorianas de Construcción. Seguridad estructural de la edificación*. Quito: NEC-SE-DS.
- NEC. (2013). *Seguridad estructural de las edificaciones*. Quito-Ecuador.
- NEC.. (2016). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la norma ecuatoriana de la construcción. Documento, MIDUVI*. Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>
- NECSERE. (2015). *Riesgo sísmico, evaluación. rehabilitación de estructuras. Norma de desarrollo urbano y vivienda*. Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wpcontent/>
- Noriega, O. (2011). *Comportamientos estructurales ante amenazas sísmicas. Intensidad y duración del sismo*. Mexico D.C.
- Pabon. (2017). *Evaluación estructural mediante aplicación de normativa NEC y propuestas de reforzamiento de la residencia universitaria hogar Santa Teresita el D.M.Q. Trabajo de graduación. UCE*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10747>
- Paula, G. (2013). *Perfil territorial Pallatanga*. Obtenido de <http://repositorio.cedia.org.ec>
- Peña, F., & Meza, M. (2008). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de torres de campanario de iglesias coloniales en México”I Congreso Iberoamericano sobre Construcciones Históricas y Estructuras de Mampostería. Bucaramanga-Colombia.
- Romero, A. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para la ciudad de Azogues*. Quito, Pichincha- Ecuador.
- Safak, E., & Boatwright. (1988). *Simple model for strong ground motion and response spectra, earthquake engineering and structural dynamics*.
- Sarmiento, R. (2012). *Análisis estructural de los elementos esenciales de la Ciudad de Cali. análisis estático lineal*. Cali- Colombia.

- Singh, F. (1995). *Understanding the structure of consumers, satisfaction evaluations of service delivery*.
- Singhal, & Kiremidjian. (2012). *Naturaleza y Extensión de los daños sufridos por sismos*.
- UNISDR. (2011). *Informe global de evaluación sobre reducción de riesgos*.
- USGS. (2013). *Reporte de sismos del Servicio Geológico de Estados Unidos*. Reston-Virginia.
- Yepez, J. (1996). *Daños físicos estructurales y económicos. Sistema de resistencia y características de acción*. Valencia- España.

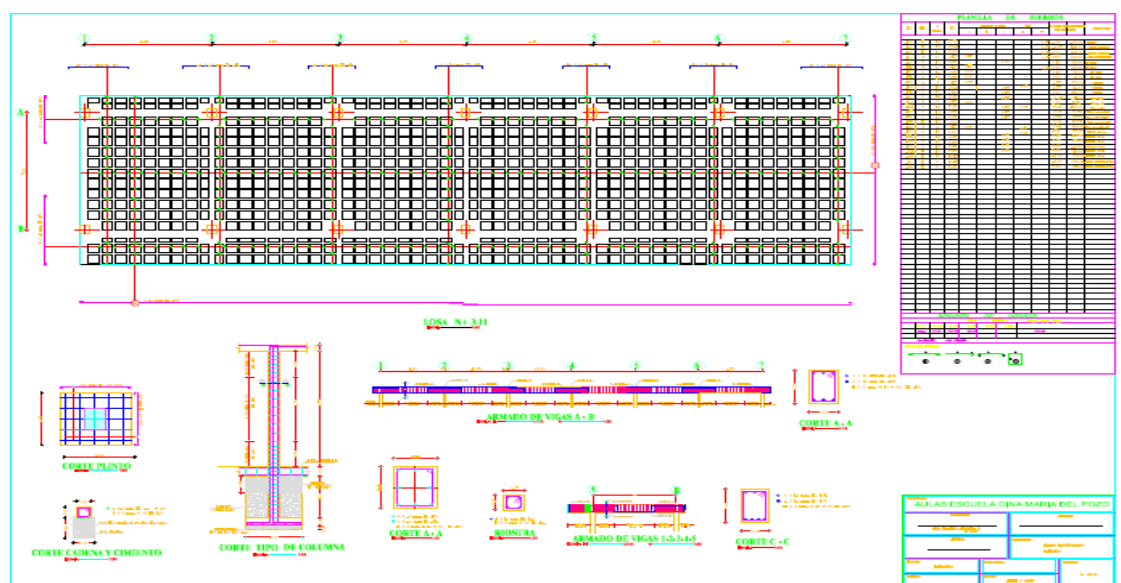
ANEXOS

**Anexo 1: Planos arquitectónicos de la Unidad Educativa Roberto Arregui
Guaranda 17/04/2019**



Fuente: Departamento de planificación GAD Provincial

**Anexo 2: Planos arquitectónicos no estructurales de la Unidad Educativa Roberto
Arregui, Guaranda 17/04/2019**



Anexo 3: Instrumentos utilizados para la toma de medidas: Esclerómetro, metro, cinta



Anexo 4: Comparación de la geometría de los elementos estructurales, parte frontal de la Unidad Educativa Roberto Arregui, Guaranda 08/05/2019



**Anexo 5: Parte lateral y trasera de la Unidad Educativa Roberto Arregui –
Guaranda 2019**



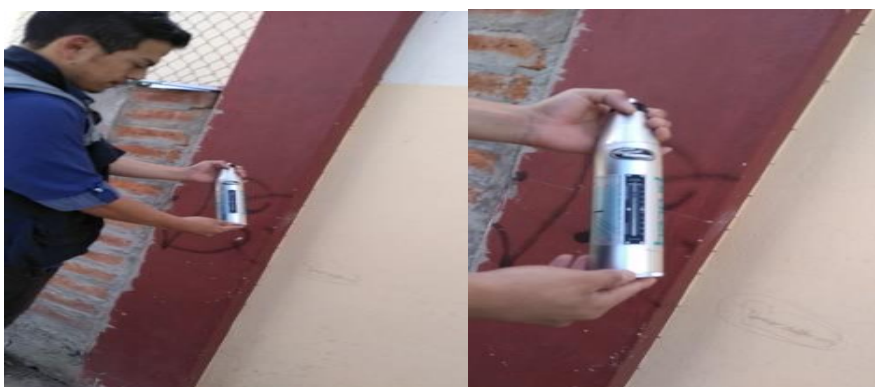
**Anexo 6: Comparación geométrica.- Medición con cinta parte trasera de la
Unidad Educativa Roberto Arregui parte frontal Guaranda 08/05/2019**



**Medición con cinta parte frontal de la Unidad Educativa Roberto Arregui
Guaranda, 08/05/2019**



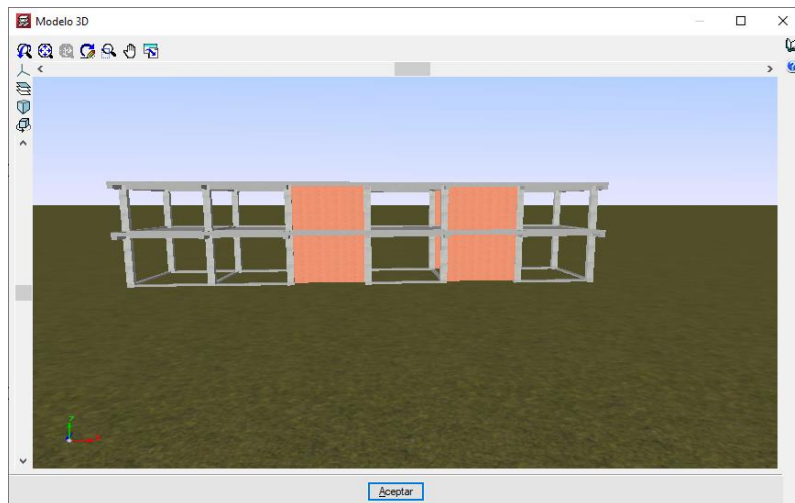
**Anexo 7: Pruebas de resistencia del hormigón de la Unidad Educativa Roberto
Arregui, Guaranda 23/04/2018**



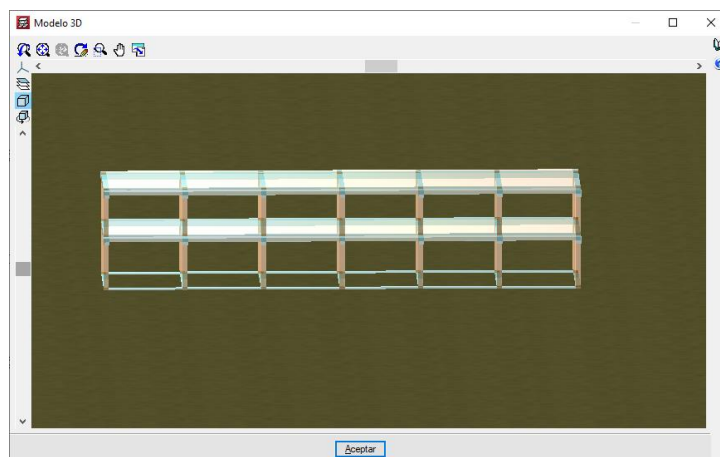
**Medición con cinta parte Frontal de la Unidad Educativa Roberto Arregui
Guaranda 08/05/2019**



**Anexo 8: Segundo modelamiento estructural a través de CYPECAD integrado
muros de mampostería**



Anexo 9: Primer modelamiento estructural mediante CYECAD



Anexo 10: Diseño de la parte frontal, lateral, y trasera de la Unidad Educativa Roberto Arregui, Guaranda 22/05/2019



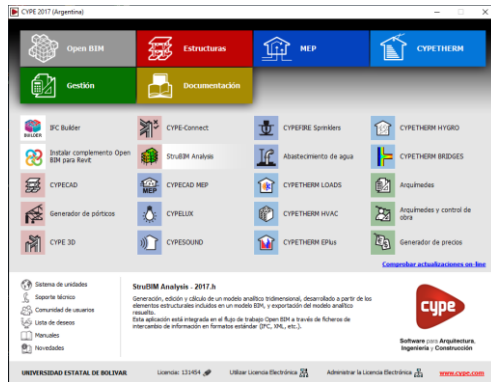
Diseño parte lateral de la Unidad Educativa Roberto Arregui, Guaranda 22/05/2019



Diseño parte trasera de la Unidad Educativa Roberto Arregui, Guaranda 22/05/2019



Anexo 11: Licencia CYPECAD; Parámetros estructurales modelos en 3D



Soporte de 30cm x 40cm con una resistencia de 210 kgm/m²



Columnas 30 cm x 40 cm con una resistencia de 210 kgm/m²



| Cronograma al Seguimiento de Tesis por parte del Tutor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Observaciones | |
|---|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|-------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|---------------|----|----|----------------------|---------|
| Elaboración del documento | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | |
| | 1S | 2S | 3S | 4S | 1S | 2S | 3S | 4S | 1S | 2S | 3S | 4S | 1S | 2S | 3S | 4S | 1S | 2S | 3S | 4S | 1S | 2S | 3S | | 4S |
| Introducción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ninguna |
| Capítulo 1: El Problema | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ninguna |
| Capítulo 2: Marco Teórico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ninguna |
| Capítulo 3: Marco Metodológico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ninguna |
| Capítulo 4: Resultados Alcanzados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ninguna |
| Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ninguna |
| Revisión final Tutor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ninguna |
| Revisión de Pares académicos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ninguna |
| Entrega de tesis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ninguna |