



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y
QUÍMICAS**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

TEMA:

**EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA,
ENLUCIDO Y CERÁMICA DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE
CIENCIAS BÁSICAS, GENERADOS POR EL SISMO DEL 16 DE
ABRIL DEL 2016**

MODALIDAD: DESARROLLO COMUNITARIO

AUTOR:

VILLACRESES PALMA JONATHAN ALBERTO

PERIODO:

2016

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación se lo dedico a mi familia.

Al angelito que nunca deja de cuidarme desde arriba, quien me bendice, quien me guía, quien le da dirección y sentido a cada uno de mi pasos, a quien le debo todos mis logros CARLITOS JAIME VILLACRESES PALMA (mi angelito).

A quien es mi mayor motivo de nunca rendirme, quien me da la fuerza, la razón más importante de mi felicidad mi hermano JAIME DANIEL VILLACRESES PALMA

Mi padre y héroe Jaime Villacreses García, mi ejemplo a seguir, quien me enseñó a caminar, a caer y a levantarme, y quien nunca eh dejado de admirar.

Mi madre y mi más grande orgullo Ninfa Palma Menéndez, la mujer más importante en mi vida y el motivo de este logro.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por su dedicación, perseverancia, consejos y sacrificio para lograr que cumpliera una meta más en mi vida.

A mis amigos quienes estuvieron con migo en todo momento y me brindaron su apoyo sin importar la condición, quienes me acompañaron durante toda mi carrera como estudiante, persona y amigo.

A mis abuelos paternos y maternos por sus consejos y experiencias permitiéndome siempre mirar hacia el futuro y ver la vida de una forma más realista y responsable.

Agradezco a mi tutora ing. Gloria Santana Parrales y mi revisor el ing. Edgar Menéndez Menéndez.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN DE LA TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe la presente Ing. Gloria Santana Parrales, Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Química de la Universidad Técnica de Manabí; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación **“EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA, ENLUCIDO Y CERÁMICA DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS, GENERADOS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016”** desarrollado por el profesionalista: Villacreses Palma Jonathan Alberto y; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el **Art. 8** del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por el profesionalista cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente al estudiante en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presento el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación el profesionalista puso mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes



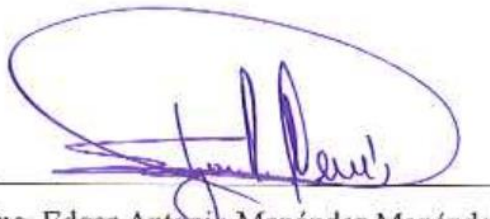
Ing. Gloria Santana Parrales
TUTORA

INFORME DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de desarrollo comunitario y que lleva por tema: **“EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA, ENLUCIDO Y CERÁMICA DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS, GENERADOS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016”** desarrollado por el señor, Villacreses Palma Jonathan Alberto con Cédula No. 1311744112, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, bajo la tutoría y control del señor Ing. Edgar Antonio Menéndez Menéndez, docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumpla con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, su autor:

- Ha respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio.
- Ha aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Técnica de Manabí.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados.
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.



Ing. Edgar Antonio Menéndez Menéndez

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

Quien firma la presente, profesionista; Villacreses Palma Jonathan Alberto, en calidad de autor del trabajo de titulación realizada sobre **“EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA, ENLUCIDO Y CERÁMICA DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS, GENERADOS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016”** por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contiene este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6 ,8 ,19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones constantes en este texto, son criterios netamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas.



Villacreses Palma Jonathan Alberto

AUTOR

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
CERTIFICACIÓN DE LA TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	4
INFORME DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	5
DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR	6
ÍNDICE	7
RESUMEN	11
SUMMARY	12
1. TEMA	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2.1 CONCEPTUALIZACIÓN	14
3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	16
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO	17
4.1 ANTECEDENTES	17
4.2 JUSTIFICACIÓN	18
4.3 MARCO TEÓRICO	18
4.3.1 TERREMOTOS	18
4.3.2 RIESGO SÍSMICO	19
4.3.3 ESTRUCTURAS SISMORRESISTENTES	19
4.3.4 PRINCIPIOS DE LA SISMORRESISTENCIA	21
4.3.5 DAÑOS EN EDIFICACIONES	24
4.3.6 EFECTO DE LOS SISMOS EN UNA CONSTRUCCIÓN	25
4.3.7 EVALUACIÓN DE DAÑOS POST SISMO	28
4.3.8 REFUERZO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES (ADECUACIÓN SÍSMICA)	31
4.3.9 CALIDAD DE LOS MATERIALES Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS	32

4.3.10	ELEMENTOS PROPENSOS AL DAÑO	33
4.3.11	COMPONENTES ESTRUCTURALES	35
4.3.12	COMPONENTES NO ESTRUCTURALES	36
4.3.13	VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL	36
4.3.14	EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS EN ELEMENTOS ARQUITECTONICOS	38
4.3.15	EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES	38
4.3.16	EL PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN	38
4.3.17	MAMPOSTERÍA	39
4.3.18	DAÑOS EN MUROS DE FACHADA.....	40
4.3.19	DAÑOS EN MUROS DIVISORIOS.....	40
4.3.20	ENLUCIDO	40
4.3.21	CERÁMICA.....	41
5.	VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO	42
5.1	APORTE SOCIAL	42
5.2	APORTE ECONÓMICO	42
5.3	APORTE CIENTÍFICO.....	42
6.	ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES.	43
6.1	HIPÓTESIS.....	43
6.2	OPERIALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	43
8.	VARIABLE DEPENDIENTE: EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE -DAÑOS 43	
6.2.1.-	VARIABLE INDEPENDIENTE: MAMPOSTERÍA, ENLUCIDO Y CERÁMICA.....	44
7.	DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	45
9.1	OBJETIVOS.....	45
7.2.1.-	OBEJTIVO GENERAL	45
7.2.1.-	OBJETIVOS ESPECIFICOS	45

9.2	METODOLOGÍA.....	45
7.3.1.-	MÉTODOS.....	45
7.2.2.-	TÉCNICAS	46
8.	DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA	47
8.1	DEFINICIÓN DE LA MUESTRA.....	47
8.2	CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	47
8.3	SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	48
8.4	RECURSOS	48
8.4.1	RECURSOS HUMANOS	48
8.4.2	RECURSOS MATERIALES	48
8.4.3	RECURSOS ECONÓMICO	48
9.	RECOLECCIÓN DE DATOS	49
9.1	VERIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS.	53
10.	ANÁLISIS DE LOS DATOS	56
11.	ELABORACIÓN DEL REPORTE DE LOS RESULTADOS.....	57
11.1	CONCLUSIONES	57
11.2	RECOMENDACIONES	58
	BIBLIOGRAFÍA.....	59
	ANEXOS.....	61

Índice de imágenes

Imagen 1. Riesgo sísmico.....	19
Imagen 2. Comparación de estructuras sismoresistente.....	21
Imagen 3. Tipos de diafragmas (rígidos y flexibles)	22
Imagen 4. Sistema arquitectónico inapropiado.....	23
Imagen 5. Movimiento sísmico	26
Imagen 6. Paredes parcialmente colapsadas por eventos sísmicos.	27
Imagen 7. Grietas en elementos no estructurales, por efectos sísmicos.	28
Imagen 8. Ubicación de Instituto de Ciencias Básica. (EARTH, 2016)	47
Imagen 9. Paredes de bloque hueco colapsadas en su totalidad.	50
Imagen 10. Mampostería de ladrillo maleta colapsada parcialmente.....	50
Imagen 11. Mampostería de ladrillo maleta con fisuras diagonales en la superficie de la misma.....	51
Imagen 12. Mampostería de bloque hueco colapsado en su totalidad.....	51
Imagen 13. Fisuras en de aproximadamente 3.5 mm en superficie de la cerámica del Instituto de Ciencias Básicas en la Universidad Técnica de Manabí.	52
Imagen 14. Fisuras de 1.0 a 3.0 mm en cerámica del Instituto de Ciencias Básicas en la Universidad Técnica de Manabí.	52
Imagen 15. Evidencia del proceso de construcción en el edificio del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí.	55
Imagen 16. Mampostería de ladrillo maleta parcialmente colapsado en el Edificio del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí.	61
Imagen 17. Derrocamiento de paredes de ladrillo maleta del edificio del Instituto de Ciencias Básicas.....	61
Imagen 18. Levantamiento de las paredes de bloque hueco de 15 cm, empleando confinamiento de columneta y vigueta.....	62
Imagen 19. Levantamiento de mampostería terminada con columnetas y viguetas en cruz.	62
Imagen 20. Enlucido en la mampostería confinada del edificio del Instituto de Ciencias Básicas.....	63

RESUMEN

Los sismos representan uno de los factores que ocasionan mayor número de problemas que deben resolver los profesionales de la ingeniería civil.

El daño sísmico no estructural es el que sufren los elementos no estructurales (paredes livianas, vidrios, muebles, lámparas, etc.) por el efecto de un sismo. Es el deterioro físico de los componentes que no forman parte integral del sistema resistente o estructura de la edificación y que pueden ser arquitectónicos y electromecánicos, que cumplen funciones importantes dentro de las instalaciones, pero que igualmente se pueden ver afectados.

Los componentes no estructurales pueden incidir o propiciar la ocurrencia de fallas estructurales o pueden modificar la respuesta de movimiento esperada según el diseño. Por ejemplo, si se adicionan escaleras, bloques o revestimientos pesados, se pueden introducir excentricidades y otros efectos de movimientos no deseados en el edificio.

SUMMARY

Earthquakes are one of the factors causing most problems to be addressed by civil engineering professionals.

The non-structural seismic damage is suffered by non-structural elements (light walls, glass, furniture, lamps, etc.) by the effect of an earthquake. It is the physical deterioration of the components that are not an integral part of the resistant system or structure of the building and can be architectural and electromechanical, that play important roles within the premises, but also can be affected.

Nonstructural components can influence or promote the occurrence of structural failures or may modify the response expected by design movement. For example, if stairs, heavy blocks or coatings are added, can be introduced eccentricities and other unwanted effects movements in the building

1. TEMA

Evaluación y reparación de la mampostería, enlucido y cerámica del edificio del Instituto de Ciencias Básicas, generados por el sismo del 16 de abril del 2016.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 CONCEPTUALIZACIÓN

La Universidad Técnica de Manabí (UTM) Luego de más de un año de cumplimiento del Plan de Mejoras ha implementado como estrategia la ejecución de un Plan de Investigación Institucional siendo la vinculación una de las funciones de docencia donde el estudiante con proyectos afines a su carrera dan respuesta a las necesidades identificadas dentro de su comunidad, la institución a través del Centro de Vinculación con la Colectividad ha elaborado planes anuales de vinculación durante el 2014 y 2015.

El sismo de 7.8 en la escala de Richter del 16 de Abril del 2016 provoco muchos daños en las edificaciones de la Universidad Técnica de Manabí incluyendo el INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS donde se aprecia graves daños en mampostería, cerámica y enlucido. Estos daños se pueden apreciar en aulas, sala de docentes, baños y biblioteca del INSTITUTO en sus 3 departamentos.

El Instituto de Ciencias Básicas costa de 3 departamentos:

- Matemática y estadísticas.
- Física
- Química

Los elementos susceptibles a sufrir daños en una estructura es la mampostería (muros largos y cortos, las vigas y los entrepisos), la cerámica en (pisos y entrepisos y baños), enlucidos en todas las áreas afectadas en la estructura.

En el INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS en la planta baja de sus instalaciones académicas funciona la sala de docentes, área administrativa y biblioteca del instituto el cual tiene una afectación del 40% en mampostería, 60% en enlucido y 10% en cerámica.

En su segunda planta de la edificación del instituto cuenta con 8 aulas y 1 sala de docentes, con un 60% de daños en aulas y un 70% de daños en la sala de docentes.

En su tercera planta de la edificación del instituto cuanta con 8 aulas y una sala de docentes, con un 30% de daños en aula y un 40% de daños en sala de docentes.

En su cuarta planta de la edificación del instituto cuenta con 8 aulas con un 20% de daños.

Estos daños en la infraestructura del INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS no permiten unas instalaciones académicas seguras ni pedagógicas para la enseñanza y aprendizaje de docentes y estudiantes por lo que no cumpliría los requisitos para un nivel de acreditación y categorización por parte del Consejo de Evaluación, Acreditación, y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES).

3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Espacial

La localización física del proyecto se encuentra localizada en Ecuador, Provincia Manabí, Cantón Portoviejo, específicamente en la Universidad Técnica de Manabí.

Temporal

El desarrollo de este trabajo está especialmente ligado al cronograma de trabajo establecido en el proyecto.

4. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO

4.1 ANTECEDENTES

La Universidad Técnica de Manabí (UTM), es una institución de Educación Superior, fue creada mediante decreto legislativo el 29 de octubre de 1952, para que como comunidad académica de carácter universitario permitiera enfrentar tecnológicamente el desarrollo agropecuario de la región, está situada en la capital de la provincia de Manabí, específicamente en la ciudad de Portoviejo, e inició sus actividades académicas en 1954 con las Facultades de Ingeniería Agrícola y Medicina Veterinaria

La Constitución del 2008, la Ley Orgánica de Educación Superior del 2010 y la reglamentación emitida por los respectivos órganos de regulación y control de la Educación Superior del Ecuador, brinda un carácter obligatorio al proceso de Evaluación y Acreditación a todas las Instituciones de educación Superior

En el 2009, el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CONEA) órgano de acreditación de la Educación Superior en aquella época, emitió su informe y como resultado del mismo ubicó a la UTM en la categoría “D”.

Durante el año 2013, dando cumplimiento a la Disposición Transitoria Vigésima de la Constitución y Disposición Transitoria Primera de la LOES, la UTM es nuevamente evaluada institucionalmente, esta vez por parte del Consejo de Evaluación, Acreditación, y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES) [Autoevaluación Institucional, 2012], con un nuevo modelo de evaluación con estándares muy superiores a los utilizados por el CONEA, proceso del cual la Universidad Técnica de Manabí fue ACREDITADA y ubicada en la categoría C con un puntaje muy aproximado al 45%, conforme a la resolución N° 001-071-CEAACES-2013, en cual el CEAACES determina los rangos de calificación, acreditación y categorización de las universidades y escuelas politécnicas.

A partir de su acreditación en el año 2013, la Universidad implementó un Plan de Mejoras para mejorar los criterios de evaluación con bajo desempeño, el cual se ha venido ejecutando desde Mayo del 2014.

4.2 JUSTIFICACIÓN

EL INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ proyecta a los estudiantes hacia la realidad, educando para resolver problemas de la ciencia y la cotidianidad, capacitándolo laboralmente y profesionalmente en un área que forme estudiantes de excelencia académica con responsabilidad de espíritu crítico de liderazgo.

Con este proyecto, se pretende posicionar una imagen y realizar actividades compartidas para fortalecer entre los estudiantes los procesos educativos, el trabajo en equipo y sobre todo disponer de un espacio académico entre estudiantes en contacto permanente.

Con este proyecto se busca un accionar que garantice la seguridad de los estudiantes en aulas totalmente pedagógicas, que se convierta en una línea de trabajo, de encuentro, de interrelación con el profesionalismo académico, aspectos que visibilicen la permanencia estudiantil, enfatizando en el compromiso directo o indirecto de componentes vinculado en el proceso de formación de los estudiantes. Se propone que estas acciones se conviertan en una política para los estudiantes y en una obligatoriedad de las autoridades de proporcionar aulas académicas para desarrollar una educación de excelencia que brinde el bienestar a estudiantes del INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS.

4.3 MARCO TEÓRICO

4.3.1 TERREMOTOS

Los aspectos catastróficos de los terremotos que han sucedido en los últimos años, han despertado el interés de la población respecto a los fenómenos sísmicos. Los terremotos casi siempre son definidos como catástrofes naturales, esta definición no es correcta, ya que la mayoría de los efectos catastróficos son causados por las malas condiciones de las obras construidas por la gente, que daña a la misma gente.

Los terremotos por sí mismos son eventos naturales que hacen parte de la evolución de la tierra y ocurren en algunas franjas de la tierra bien definidas; son producto del acomodamiento del planeta tierra, el cual está formado de varias partes. La corteza de la tierra está presionada por el manto, el cual ha quebrado su corteza en

15 grandes placas que están juntas. En los bordes donde se rozan las placas, es donde suceden los sismos y la actividad de los volcanes.

Cada vez que estas placas se rozan o chocan, se presionan entre sí y crean una gran cantidad de energía, provocando los terremotos.¹

4.3.2 RIESGO SÍSMICO

El riesgo sísmico es la combinación de la peligrosidad sísmica y la vulnerabilidad de las personas, bienes y actividades de un lugar.

- La peligrosidad sísmica es la probabilidad de que un lugar quede expuesto a un movimiento telúrico de unas características determinadas en un intervalo de tiempo dado.
- La vulnerabilidad de los activos socioeconómicos, la importancia de los daños sufridos por un edificio aislado o de un grupo de edificios depende en gran medida de la vulnerabilidad de los activos (económicos, patrimoniales, sociales, etc.) a la peligrosidad sísmica.

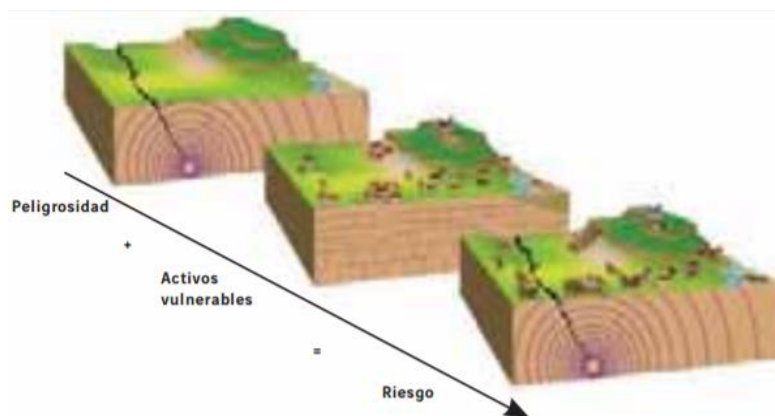


Imagen 1. Riesgo sísmico.

4.3.3 ESTRUCTURAS SISMORRESISTENTES

Una estructura es sismorresistente cuando está construida de manera que pueda resistir el empuje o movimientos provocados por un terremoto. Si hay terremotos no muy violentos, que generalmente son los más frecuentes, seguro una

¹ “Conocer cómo defenderse de un terremoto”. Sergio Raccichini. Observatorio Geofísico Experimental de Macerata, Servicio de Protección Civil. Italia, Maggio, 1992.

estructura sismorresistente no tendrá daños. En caso de un terremoto muy violento, las estructuras sismorresistente podrían tener daños, pero sólo en la parte NO ESTRUCTURAL, quizás se podría dañar la estructura, pero lo más seguro es que no va a caerse, en estos casos las viviendas podrían ser arregladas en poco tiempo y con poco trabajo.

Está demostrado que sí es posible construir edificaciones que puedan resistir un terremoto fuerte, garantizando un suficiente nivel de seguridad. Hay estructuras estratégicas como hospitales, escuelas, UNIVERSIDADES, unidades militares, donde es necesario garantizar su funcionamiento y no poner en peligro a un gran número de personas, sobre todo durante los sismos más fuertes.

Se dice que una edificación es sismorresistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de las fuerzas causadas por sismos frecuentes. Aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismo resistente, siempre existe la posibilidad de que se presente un terremoto aún más fuerte que los que han sido previstos y que deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran daños. Por esta razón no existen edificios totalmente sismorresistentes. Sin embargo, la sismorresistencia es una propiedad o capacidad que se dota a la edificación con el fin de proteger la vida de las personas que las ocupan. Aunque se presenten daños, en el caso de un sismo muy fuerte, una edificación sismorresistente no colapsará y contribuirá a que no haya pérdidas de vidas y pérdida total de la propiedad.²

² “Desastres Naturales de Nicaragua, guía para conocerlos y prevenirlos”. Jaime Incer Barquero, Jaime Wheelock Román, Lorenzo Cardenal Sevilla, Alejandro C. Rodríguez. Nicaragua, 2000.

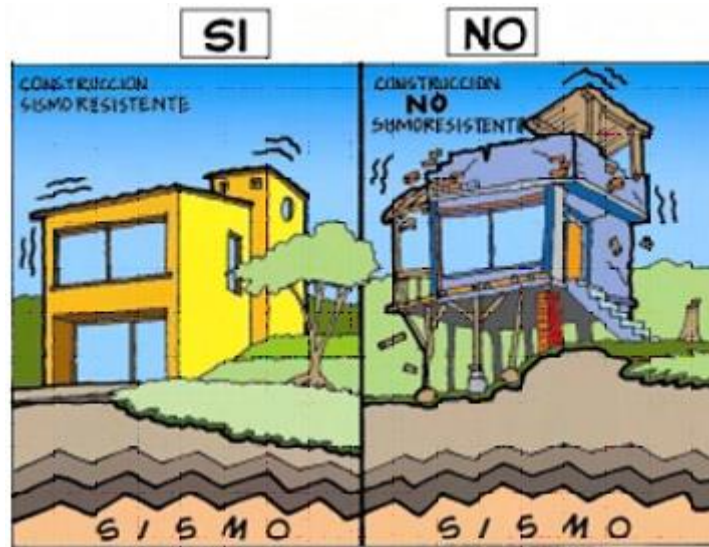


Imagen 2. Comparación de estructuras sísmo resistente.

4.3.4 PRINCIPIOS DE LA SISMORRESISTENCIA

Para que una estructura cumpla con especificaciones referentes a la capacidad de resistir un sismo, se determinan las siguientes propiedades:

- Formar regular: La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación. Las formas complejas, irregulares o asimétricas causan un mal comportamiento cuando la edificación es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece a que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que pueden ser difíciles de resistir.
- Bajo peso: Cuanto más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, por ejemplo, ésta se moverá como un péndulo invertido causando esfuerzos de tensión muy severos en los elementos sobre los cuales está soportada.
- Mayor rigidez: Es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. Una estructura flexible o poco sólida al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en paredes o divisiones

no estructurales, acabados arquitectónicos e instalaciones que usualmente son elementos frágiles que no soportan mayores distorsiones.

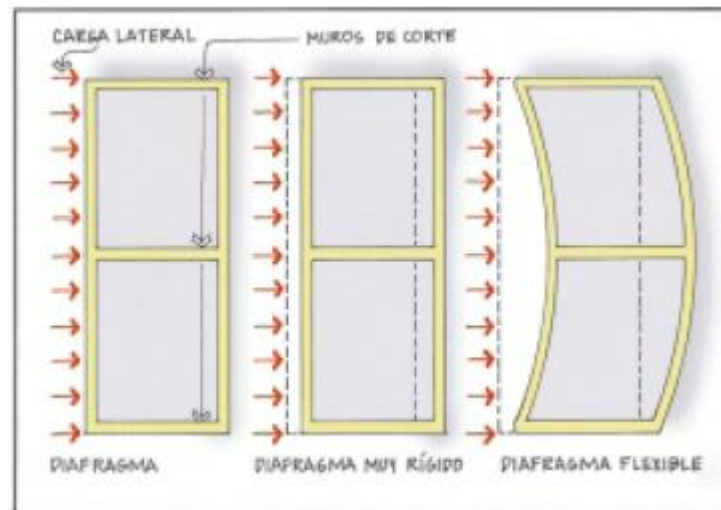


Imagen 3. Tipos de diafragmas (rígidos y flexibles)

- **Buena estabilidad:** Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Estructuras poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente separación entre ellas.
- **Suelo firme y buena cimentación:** La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.
- **Estructura apropiada:** Para que una edificación soporte un terremoto, su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar grave daños o el colapso de la edificación.

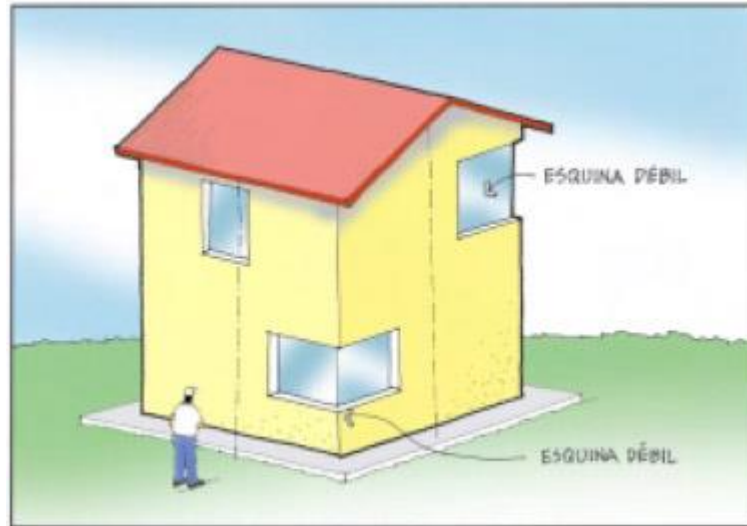


Imagen 4. Sistema arquitectónico inapropiado.

- Materiales competentes: Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga a la edificación cuando se sacude. Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terremoto. Muros o paredes de ladrillos de tierra o adobe o bloques sin refuerzos, sin vigas y columnas son muy peligrosas.
- Capacidad de disipar energía: Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz se rompe fácilmente al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y puede colapsar súbitamente.
- Fijación de acabados e instalaciones: Los componentes no estructurales como tabiques divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados y no deben interactuar con la estructura. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo.³

³https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io3/public_html/Sismorresistencia/Sismorresistencia.html

4.3.5 DAÑOS EN EDIFICACIONES

Una edificación puede verse afectada por diferentes causas casi siempre asociadas a causas naturales. Resulta importante identificar las causas principales de los daños en las edificaciones para garantizar que las intervenciones propuestas efectivamente solucionen el problema presentado y evitar que se presenten los mismos daños en un futuro cercano. Las causas más usuales de daño en edificaciones son las siguientes: Terremotos, Deslizamientos, Asentamientos y deformaciones del suelo.”⁴

“Existen varias causas por las que las construcciones pueden sufrir daños o deterioros que afectan su estética, su funcionalidad, o lo más grave, su seguridad estructural, lo cual puede poner en riesgo las pertenencias y vidas de las personas.

El daño estructural puede ser causado por fenómenos naturales, o también por la acción humana al darle un uso inadecuado, poner peso excesivo para el cual no estaban diseñadas, por falta de mantenimientos o por construir de manera incorrecta y sin asesoramiento técnico.

Entre los fenómenos naturales que pueden afectar a una construcción se pueden considerar a los fenómenos geológicos, como sismos, volcanes, deslizamientos de tierras y hundimientos; y a los fenómenos hidrometeorológicos: huracanes, lluvias torrenciales, desborde de ríos e inundaciones.

Cuando los fenómenos producen fuerzas que alcanzan la resistencia de los materiales, como el concreto, acero, mampostería, es cuando se dañan los elementos estructurales. También se puede sufrir daño si hay errores constructivos o de diseño, o la calidad de los materiales no es la adecuada.

El mismo problema se tiene si la cimentación no fue adecuadamente diseñada para las características del terreno de apoyo, y para soportar las fuerzas que le transmite la estructura.⁵

⁴ http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart2.pdf (-AIS, 2002)

⁵ <http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo3.html>

4.3.6 EFECTO DE LOS SISMOS EN UNA CONSTRUCCIÓN

Un sismo o temblor es un fenómeno en que el terreno se mueve repetidamente en todas las direcciones. Cerca del punto donde se originó el sismo, llamado epicentro, se perciben movimientos intensos tanto verticales como horizontales; mientras que en lugares alejados cientos de kilómetros, el movimiento predominante es el horizontal.

Cuando se somete una construcción a movimiento horizontal del terreno, se generan fuerzas laterales, pueden ser fuerzas de inercia o fuerzas sísmicas. Las fuerzas a las que la estructura es sometida dependen de su masa y de su altura; mientras más peso en la parte superior, mayor es la fuerza lateral que se generará en la construcción.

El efecto es semejante a cuando se está en un vehículo inmóvil y éste arranca, o se está en ese vehículo en movimiento y de repente frena; en ambos casos se siente la fuerza de inercia. En forma similar, un edificio se ve sometido a fuerzas sísmicas en su estructura cuando el terreno se mueve en una y otra dirección.

Estas fuerzas sísmicas se transmiten del techo, o la losa del piso superior, hacia los elementos resistentes, ya sean muros y/o columnas, que a su vez las transmite a los pisos inferiores y finalmente a la cimentación, que transmite dichas fuerzas al terreno de apoyo.

Para resistir estas fuerzas la estructura debe tener una cantidad y distribución adecuada de elementos resistentes como columnas o muros, así como elementos horizontales, vigas y losas, que distribuyan las fuerzas sísmicas entre dichos elementos. Cuando se excede la resistencia de los elementos estructurales la edificación sufre daños como agrietamientos, aplastamientos o grandes deformaciones que pueden llegar a causar incluso el colapso, derrumbe total del edificio.

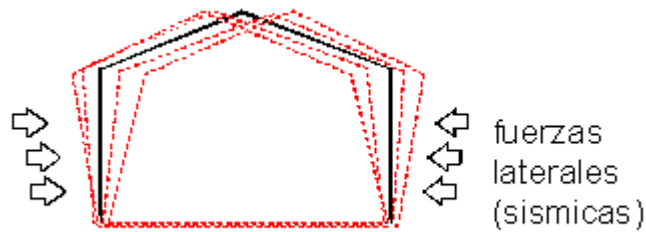
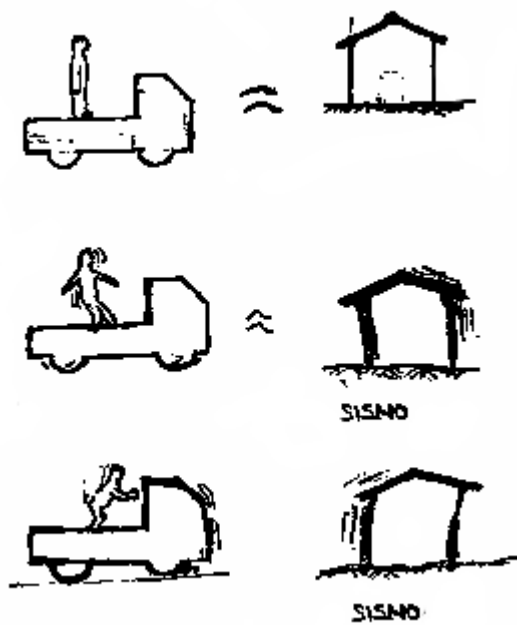


Imagen 5. **Movimiento sísmico**

Las edificaciones que se ha visto que sufren mayor daño ante la acción de un sismo son las que no cuentan con elementos estructurales adecuados para resistir las fuerzas laterales, como las que produce un sismo. Un ejemplo de este tipo de construcciones es la edificación con mampostería simple, las cuales se suelen construir sin elementos que confinen a los muros.

Sin embargo, construcciones con mampostería confinada o reforzada también pueden ser vulnerables si no se cuenta con la cantidad necesaria de muros distribuidos uniformemente en dos direcciones perpendiculares, es decir, a lo largo y ancho. Mientras más niveles tengan la construcción, más vulnerable será.

Por supuesto el peligro de daños por sismos es mayor si la construcción se ubica en una zona con mayor intensidad sísmica.

En un mismo evento sísmico, los movimientos de las estructuras son muy diferentes dependiendo del tipo de terreno sobre el cual se desplantan.

En terrenos con suelos blandos, es común que las personas sientan un mayor movimiento y que los edificios se balanceen fuertemente, debido a la amplificación de las ondas sísmicas al pasar por estos suelos.

En estos suelos es común observar ondas superficiales que semejan olas y que se propagan por las calles; tales ondulaciones suelen deformar permanentemente el pavimento después de un sismo, los edificios pueden sufrir grandes desplazamientos y en ocasiones fallas en la cimentación, que provocan el volcamiento de las estructuras.

Cuando el movimiento de los edificios coincide con la forma de oscilación del suelo, durante el movimiento sísmico, se dice que entran en resonancia y, por lo tanto, los movimientos de los edificios se amplían aún más.⁶



Imagen 6. Paredes parcialmente colapsadas por eventos sísmicos.

⁶ <http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo3.html>



Imagen 7. Grietas en elementos no estructurales, por efectos sísmicos.

4.3.7 EVALUACIÓN DE DAÑOS POST SISMO

A raíz de algunos terremotos ocurridos a través de la historia en diferentes países ubicados en zonas de amenaza sísmica alta, es necesario desarrollar métodos para evaluar el daño de las edificaciones que han sido afectadas, con el fin de determinar en forma rápida si son seguras o deben ser evacuadas para proteger la vida de sus ocupantes y evitar que el número de víctimas sea mayor en el caso de una réplica.

Se ha demostrado que no sólo es importante el estudio de vulnerabilidad de las edificaciones, sino que también es útil tener métodos para la inspección de daños causados por el sismo con el fin de evaluar bajo un solo punto de vista, el daño físico y llevar a cabo una estimación consistente de las pérdidas. De esta manera se podrán identificar las necesidades de vital importancia de la comunidad y se producirá la información básica para las autoridades en materia de la evaluación y diagnóstico de la situación, con el fin de que se puedan tomar decisiones e implantar medidas económicas y técnicas efectivas para la reducción de las consecuencias producidas por el terremoto.

El objeto de la metodología para inspección post-sísmica es evaluar el daño lo más objetivamente posible y definir el nivel de habitabilidad de la edificación, como propósito fundamental de seguridad pública. Sin embargo, también se obtiene

información relevante para otro tipo de actividades posteriores de manejo de la emergencia, la rehabilitación y reconstrucción.

Los siguientes son los objetivos específicos de una inspección estructural después de un sismo:

- Reducir la incidencia de lesiones y muertes de los ocupantes de edificaciones dañadas por un sismo, lo cual puede ocurrir por el daño estructural existente, por la posible caída o volcamiento de objetos o por la ocurrencia de réplicas después del evento principal.
- Registro, clasificación y sistematización de información sobre la magnitud del desastre en términos del número de edificaciones habitables, dañadas o que llegaron al colapso, con el propósito de planificar el proceso de rehabilitación y asistencia en la fase de reconstrucción y recuperación de la zona afectada.
- Identificación de las necesidades de la comunidad con relación a la seguridad de sus edificios y las actuaciones que las autoridades del sistema de prevención y atención de desastres deben llevar a cabo para la protección de vidas humanas, el alojamiento de los afectados y el manejo de la emergencia.
- Proveer información para la estimación preliminar y gruesa de las pérdidas económicas directas por daños en las edificaciones.
- Suministrar información técnica que permita el mejoramiento de las normas de construcción sismorresistente y la calibración de curvas de vulnerabilidad y escenarios de riesgo, con el fin de definir acciones a mediano y largo plazo para la reducción del riesgo sísmico.

El procedimiento de inspección adecuado, se debería realizar de la siguiente manera:

Primero debe haber una preparación para la recolección de datos, lo cual debe estar bajo un plan de contingencia, con las respectivas especificaciones. En esta parte se deben conformar las comisiones de inspección, y definir la preparación y obligaciones, además de equipo necesario.

Luego del reconocimiento preliminar de los daños y las zonas de mayor afectación, según lo definido en el procedimiento de evaluación de daños después de un sismo, se procede hacer la inspección de las edificaciones de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Examinar el exterior de la edificación, llenar el formulario con la identificación de la edificación y la estructura, evaluar la calidad de la construcción, irregularidades y otros aspectos preexistentes. Así mismo de fachadas, balcones, antepechos, etc. Se debe establecer si las salidas de la edificación son seguras.
- Observar el suelo alrededor de la edificación, para determinar la posible presencia de grietas, hundimientos, deslizamientos o cualquier anomalía en el terreno.
- Examinar la seguridad de elementos no estructurales, identificar la caída de cielos rasos, muros, escaleras o elementos que representen peligro para la vida.
- Evaluar el sistema estructural desde el interior. Se debe analizar el grado de daño de los diferentes elementos estructurales de acuerdo con el tipo de sistema estructural y establecer el porcentaje de elementos afectados en el piso con mayores daños.
- Clasificar la edificación de acuerdo con los resultados de la evaluación. Llenar los avisos para la clasificación de la habitabilidad de las edificaciones e indicar en ellos si la revisión fue exterior o interior y consignar las recomendaciones en el formulario, así con en los avisos. Marcar en los mapas el resultado de la evaluación.
- Explicar el significado de la clasificación a los ocupantes de la edificación y especificar si pueden permanecer en la edificación o deben evacuarla. También se debe restringir el acceso a las áreas designadas como inseguras, colocando algún tipo de barreras.

- Notificar a los coordinadores para que realicen los procedimientos que correspondan por parte de las autoridades pertinentes.⁷

4.3.8 REFUERZO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES (ADECUACIÓN SÍSMICA)

Los códigos de construcción deberían contemplar normas y recomendaciones para reforzar estructuras que ya existen para que puedan resistir a los sismos más frecuentes.

Sin embargo, el hecho de que la mayoría de estructuras que colapsan y generan víctimas mortales son viejas, se hace necesario priorizar estas intervenciones.

Existen técnicas para reforzar estructuras y hacerlas resistentes a terremotos de elevada intensidad. Se refuerza principalmente las partes que son más débiles o que han sido dañadas por el tiempo o sismos pasados.

Las técnicas principales para reforzar estructuras con muros o paredes pueden ser realizadas de forma homogénea o mixta entre ellas: insertar tensores de hierro para amarrar los muros o paredes, arreglar o reforzar los techos, reparar y reforzar las soleras, reforzar las paredes, reforzar las fundaciones.

Los códigos de construcción señalan que en las zonas declaradas como sísmicas se tienen que respetar algunas normas básicas, tales como garantizar que las estructuras sean regulares, tanto en planta y elevación.

Hay que evitar la construcción de estructuras, mezclando materiales con características diferentes, ejemplo, ladrillos y bloques.

No se puede construir en zonas geológicamente inestables, donde pueden ocurrir deslizamientos, o alguna otra deformación geológica.⁸

⁷http://www.gestiondelriesgomanizales.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38%3Amanual-de-evaluacion-de-danos&catid=41%3Amanejo-de-desastres&Itemid=198. (Universidad Nacional de Colombia, 2014)

⁸ <http://www.ineter.gob.ni/geofisica/strauch.html>

La seguridad de los usuarios es el objetivo principal de las distintas acciones de rehabilitación. También pueden entrar en juego otros objetivos en función de los activos socioeconómicos y de la vida útil residual de la estructura: el mantenimiento de los servicios de primeros auxilios (hospitales, comisarías, cuarteles, etc.); la conservación de los equipos (principales instalaciones); la preservación del patrimonio (monumentos históricos); la evacuación segura del edificio, etc.

La estrategia de reparación o de refuerzo debe adaptarse a la naturaleza de la estructura. Por ejemplo, durante un terremoto, las estructuras de hormigón armado de gran altura porticadas son bastante flexibles y trabajan a flexión, mientras que las estructuras de poca altura con forjados de hormigón funcionan principalmente a cortante.

Para reducir la vulnerabilidad de edificios poco dúctiles, a menudo resulta más económico aumentar su resistencia para que soporten mejor los esfuerzos sísmicos más importantes, que intentar mejorar su ductilidad. Las soluciones de incremento de la resistencia suelen ir unidas a un aumento del peso y de la rigidez de la estructura existente, que se suman a los esfuerzos sísmicos a los que está sometida. En contrapartida, la rigidez puede contribuir a proteger los equipamientos no estructurales que no toleran deformaciones importantes del edificio.

Es posible reforzar las estructuras flexibles bien mediante el incremento de su resistencia, especialmente mediante el apuntalamiento con cruces de San Andrés, bien mediante el incremento de su ductilidad, por ejemplo, introduciendo rótulas plásticas.⁹

4.3.9 CALIDAD DE LOS MATERIALES Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Como se ha mencionado anteriormente, cumplir con las normas sismo resistentes vigentes, no es suficiente para garantizar el buen desempeño de las obras de ingeniería.

⁹ <http://www.freyssinet.es/wp/wp-content/uploads/2013/04/Sismoedif.pdf>

La calidad de los materiales utilizados y el adecuado proceso constructivo, son fundamentales para que el comportamiento de la edificación sea lo más cercano al de diseño. Se han encontrado casos de obras muy cercanas en las cuales solo una de ellas falla. Si el diseño y el suelo son idénticos, la falla y en algunos casos el colapso, puede atribuirse a materiales que no cumplan las especificaciones y/o procesos constructivos deficientes.¹⁰

4.3.10 ELEMENTOS PROPENSOS AL DAÑO

Para cuantificar los daños es importante identificar previamente los sistemas que se encuentran expuestos dentro de una estructura, estos se pueden clasificar en 4 grandes clases de elementos.

Elementos estructurales: son los elementos que componen el sistema resistente de cargas verticales (gravitacionales) y cargas laterales.

Elementos arquitectónicos: son otros elementos tales como muros divisorios, ventanales, revestimientos, etc. Generalmente son utilizados para la división, el aprovechamiento de espacios en las construcciones y aspectos relacionados con la estética de la estructura. En realidad, aunque su diseño, distribución y construcción no está intencionalmente relacionado con el sistema resistente de la estructura o edificio, su interacción con el mismo es importante y no puede ser ignorada.

Instalaciones: se trata de elementos que suministran servicios como por ejemplo tuberías de agua, redes de electricidad y alcantarillado y conducciones de gas.

Contenidos: son los elementos que están dentro del edificio pero no hacen parte de la estructura, tales como: maquinarias, equipos mobiliarios, etc.

Al examinar y analizar los daños sufridos por algunas estructuras luego de un evento sísmico, se determina que los terremotos representan uno de los mayores problemas que deben considerar los ingenieros. La vulnerabilidad de las estructuras depende de los posibles daños que puedan sufrir sus elementos estructurales más

¹⁰ http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000300008

importantes ante un sismo, lo cual repercute en el comportamiento de todo el sistema.

Lamentablemente, en muchos países las normas para el diseño sismorresistente no son aplicadas en construcciones informales, lo cual resulta en elevar la vulnerabilidad de las estructuras. Se puede afirmar que cuando se toman en cuenta las normas de diseño sismorresistente, la construcción es debidamente supervisada y el sismo de diseño representa la amenaza sísmica real de la zona, los daños son considerablemente menores que en los casos en los cuales no se cumplen los requerimientos mínimos indispensables para tal fin. Sin embargo, es importante señalar que las normas sismorresistentes por sí solas no pueden garantizar a inexistencia de daños ante un terremoto severo, en ellas se establecen requisitos mínimos para proteger la vida de las personas que ocupan la edificación. El daño severo o el colapso de un gran número de estructuras durante sismos de alta intensidad, se debe a la falla de uno o varios elementos cuya ductilidad y resistencia no son suficientes. Algunos de los daños encontrados en columnas de estructura castigadas por los movimientos sísmicos pueden ser grietas diagonales causadas por cortante y torsión, grietas verticales y aplastamiento del concreto causados por compresión, pandeo de las barras longitudinales por exceso de distanciamiento de las ligaduras y pérdida del recubrimiento en todos los casos mencionados. En vigas se evidencian grietas diagonales y rotura del acero transversal causadas por cortante y/o torsión, grietas verticales, rotura del acero longitudinal y aplastamiento del concreto por flexión.

Las conexiones entre elementos estructurales son puntos críticos, aparecen grietas diagonales y fallas por adherencia entre el concreto y el acero, anclaje insuficiente del refuerzo longitudinal y esfuerzos excesivos de flexión. Las losas pueden presentar daños por punzonamiento alrededor de las columnas y grietas longitudinales perpendiculares al plano de flexión a lo largo de la placa, debido al exceso de flexión producida por el movimiento.

Las irregularidades de alturas de entrepisos, que repercuten en cambios bruscos de rigidez entre pisos adyacentes, hacen que la absorción y disipación de la energía al momento del sismo se concentre en los pisos flexibles, produciendo sobre-

solicitud en los elementos estructurales. Las irregularidades en planta, de masa, rigidez y resistencia, pueden originar torsión, lo cual genera esfuerzos adicionales difíciles de evaluar.¹¹

4.3.11 COMPONENTES ESTRUCTURALES

Los elementos estructurales son las partes de una construcción que sirven para darle resistencia y rigidez. Su función principal es soportar el peso de la construcción y otras fuerzas como sismos, vientos, etc.

Los principales tipos de elementos estructurales son:

- Los muros de carga de mampostería, que pueden ser formados por bloque, tabicón, tabique, ladrillo, adobo e incluso de piedra. Estos pueden ser:
 - Muros de mampostería confinada; están rodeados de elementos de concreto reforzado, pueden ser verticales u horizontales.
 - Muros de mampostería reforzada; tienen huecos que se refuerzan con acero y concreto en su interior por lo que este refuerzo queda oculto.
 - Mampostería simple; no cuenta con algún refuerzo o éste es insuficiente y prácticamente no ayuda a la estructura.
- Muros de concreto
- Columnas; elementos verticales de concreto reforzado, acero o madera.
- Vigas o trabes; elementos horizontales de concreto reforzado, acero o madera.
- Losas; sistema de techo o de piso de niveles superiores, por lo general son de concreto reforzado.
- Escaleras; metálicas o de concreto, ya sea interiores o exteriores. Generalmente se consideran un sistema independiente a la estructura de la edificación.
- Cimentación; zapatas de concreto o de mampostería de piedra, cajones o pilotes.

¹¹ <http://www.tesisred.net/bitstream/handle/10803/6230/03CAPITULO2.pdf?sequence=3>

- Otros elementos como diagonales de acero, cables de acero, etc.

4.3.12 COMPONENTES NO ESTRUCTURALES

Componentes del edificio que no forman parte del sistema estructural que resiste cargas verticales y laterales y que tampoco se definen como contenido del edificio.

Son la parte de la construcción que no está destinada a resistir cargas como el peso de la construcción, fuerzas sísmicas, viento, etc. Los elementos no estructurales cumplen funciones arquitectónicas, estáticas y sirven para subdividir espacios:

Los más comunes son:

- Muros divisorios de mampostería que no están ligados a columnas, vigas o losa superior.
- Muros de materiales ligeros.
- Muros de celosía.
- Marcos metálicos de ventanas y puertas.
- Vidrios de ventanales, puertas y ventanas.
- Materiales de recubrimiento de pisos y muros, como yeso, azulejos, mosaicos, o recubrimientos de piedras para muros.
- Plafones en el techo.
- Elementos prefabricados de fachadas, cornisas o elementos decorativos.
- Pretilos o parapetos, así como barandales.
- Tanques de agua o gas en azoteas, incluyendo la base de apoyo para éstos.
- Cualquier otro elemento permanente en la construcción y que no sea elemento estructural.¹²

4.3.13 VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL

Un edificio puede quedar en pie luego de un desastre y quedar inhabilitado debido a daños no estructurales. Un estudio de vulnerabilidad no estructural busca

¹² [http://www.normaconstruccion.ec/capitulos_nec_2015/NEC_SE_RE_\(Riesgo_sismico\).pdf](http://www.normaconstruccion.ec/capitulos_nec_2015/NEC_SE_RE_(Riesgo_sismico).pdf) ((MIDUVI) & (CAMICON), 2014)

determinar la susceptibilidad a daños que presentan estos elementos, los cuales pueden verse afectados por sismos moderados; en cambio, los elementos estructurales se verán afectados frente a sismos severos y poco frecuentes. Debido a la alta probabilidad de ocurrencia de los sismos que pueden afectar a los componentes no estructurales, es necesario tomar las medidas necesarias para proteger estos elementos.

El costo de los elementos no estructurales en la mayoría de los edificios es considerablemente mayor que el de los estructurales. Un movimiento sísmico de menor intensidad puede causar daños no estructurales mayores, sin afectar de manera importante a componentes estructurales.

En el diseño de toda estructura sometida a movimientos sísmicos, debe considerarse que los elementos no estructurales, tales como cielos rasos, paneles, tabiques, ventanas, puertas, cerramientos, etc., así como equipos, instalaciones mecánicas y sanitarias deben soportar los movimientos de la estructura. Por otra parte, debe tenerse presente que la excitación de los elementos no estructurales es en general mayor que la excitación en la base, por lo cual puede decirse, en muchos casos, que la seguridad de los elementos no estructurales se encuentra más comprometida que la de la estructura misma.

A pesar de lo señalado, en el diseño sísmico de estructuras se concede generalmente poca importancia a estos elementos, al punto de que muchos códigos de diseño no incluyen normas de diseño al respecto. Quizás debido a ello, la experiencia en sismos recientes muestra un buen comportamiento de la estructura diseñada, de acuerdo a los modernos criterios de sismorresistencia, acompañado infortunadamente por una deficiente respuesta de los elementos no estructurales. Si se tiene en cuenta la seguridad de los ocupantes de una edificación expuestos al riesgo de colapso de estos elementos, su costo de reposición y las pérdidas involucradas, en la suspensión de funciones del edificio mismo, puede comprenderse la importancia de considerar el diseño sísmico de los elementos no estructurales dentro del proyecto de la edificación.¹³

¹³ <http://www.disaster-info.net/viento/books/FundamentosNew2.pdf>

4.3.14 EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS EN ELEMENTOS ARQUITECTONICOS

Generalmente los daños no estructurales se deben a la unión inadecuada entre los muros de rellenos o divisorios, las instalaciones y la estructura, o a la falta de rigidez de la misma, lo que se traduce en excesivas deformaciones que no pueden ser absorbidas por este tipo de componentes, los daños no estructurales más comunes son el agrietamiento de elementos divisorios de mampostería, el aplastamiento de las uniones entre estructura y los elementos no estructurales, el desprendimiento de acabados y la rotura de vidrios y de instalaciones de diferentes tipos. La falla o el desprendimiento de elementos no estructurales pueden representar un riesgo para la vida, pero no genera normalmente el colapso de la estructura.¹⁴

4.3.15 EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES

La evaluación de daños en una estructura se la realiza mediante un proceso, Lo primero que se hace es identificar el sistema estructural de la edificación, es primordial hacer la inspección correctamente, para lo cual es necesario revisar escaleras, cuartos de máquinas, sótanos, cubiertas, etc., así como remover los acabados arquitectónicos que sean necesarios para localizar los elementos estructurales.

Para hacer la clasificación del daño se hace uso de porcentajes, los cuales se determinan mediante la relación de área o longitud de elementos afectados respecto al área o longitud total de elementos de este tipo en el piso evaluado.¹⁵

4.3.16 EL PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

Primero debe haber una preparación para la recolección de datos, lo cual debe estar bajo el Plan de Contingencia, con sus especificaciones. En esta parte se deben conformar las comisiones de inspección, y definir su preparación y obligaciones (evaluadores, supervisores, coordinadores), equipo necesario.

¹⁴ http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart2.pdf (-AIS, 2002)

¹⁵ <http://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/284/1/CB-Especializaci%C3%B3n%20en%20Estructuras-1052379136.pdf> (Mancipe, 2015)

Examinar el exterior de la edificación, llenar el formulario con la identificación de la edificación y la estructura, evaluar la calidad de la construcción, irregularidades y otros aspectos preexistentes.

Examinar la seguridad de elementos no estructurales, identificar la caída de cielos rasos, muros, escaleras o elementos que representen peligro para la vida.”

Clasificar la edificación de acuerdo con los resultados de la evaluación. Llenar los avisos para la clasificación de la habitabilidad de las edificaciones e indicar en ellos si la revisión fue exterior o interior y consignar las recomendaciones en el formulario así como en los avisos. Marcar en los mapas el resultado de la evaluación.¹⁶

4.3.17 MAMPOSTERÍA

Los elementos estructurales verticales son muros o paredes construidas con bloques o ladrillos de arcilla o concreto unidos con mortero. Las edificaciones de mampostería se han clasificado en tres categorías dependiendo de los sistemas estructurales que son:

Mampostería confinada: Construcción de muros de mampostería de ladrillo o cemento con elementos perimetrales de concreto reforzado de pocas dimensiones (viguetas y columnetas), construidos alrededor de las paredes conformando anillos que confinan las piezas de mampostería.

Mampostería reforzada: construcción de muros de mampostería con piezas de perforación vertical que se refuerzan horizontalmente en los sitios de pega e internamente con barras de acero en concreto. Dentro de esta clasificación se incluyen dos tipos de edificaciones definidas en las normas de diseño y construcción sismo resistente, las clasificadas como mampostería parcialmente reforzada y mampostería reforzada.

¹⁶http://www.gestiondelriesgomanizales.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38%3Amanual-de-evaluacion-de-danos&catid=41%3Amanejo-de-desastres&Itemid=198 (Colombia, 2007)

Mampostería no reforzada: es una construcción de mampostería usualmente de bloques o piezas de ladrillo o cemento que no tienen ningún tipo de refuerzo ni confinamiento mediante elementos estructurales.¹⁷

4.3.18 DAÑOS EN MUROS DE FACHADA

Los daños en elementos de fachada pueden variar dependiendo de los materiales y la forma como están anclados a la estructura, por lo tanto la decisión sobre los niveles de daño y lo que esto significa con relación a la seguridad para los transeúntes o los ocupantes de la edificación requiere de mucho criterio por parte del evaluador. Para esto se debe tener en cuenta que muchos de los elementos que no se cayeron durante el sismo principal pueden hacerlo en el caso de una réplica o como resultado de la desestabilización por su propio peso.

En el caso de edificaciones de mampostería estructural las fachadas hacen parte del sistema estructural y por lo tanto se deberán evaluar como elementos estructurales.¹⁸

4.3.19 DAÑOS EN MUROS DIVISORIOS

En los muros divisorios de mampostería el cortante produce grietas diagonales usualmente en forma de equis. La tendencia de vuelco de los mismos y la flexión pueden producir grietas verticales en sus esquinas y en su zona central. Efectos de este tipo se producen durante casi todos los terremotos, particularmente cuando se trata de sistemas estructurales flexibles que contienen tabiques o muros que llenan parcial o totalmente con mampostería rígida de ladrillos el entramado de vigas y columnas.¹⁹

4.3.20 ENLUCIDO

El enlucido de una pared o de otra superficie similar no es más que la aplicación de una o diversas capas de un mortero a esa superficie, con el fin de tapar

¹⁷ http://www.aq.upm.es/habitabilidadbasica/docs/articulos/Guia_Tecnica.pdf (-AIS, 2002)

¹⁸ http://www.aq.upm.es/habitabilidadbasica/docs/articulos/Guia_Tecnica.pdf (-AIS, 2002)

¹⁹ <http://yeiramora24.blogspot.com/> (CONSTRUCTION & S.A., 2012)

la mampostería y vigas o columnas que las soportan. De esta forma quedan lisas, facilitando así la aplicación posterior de pinturas u otros tipos de acabados.

Los materiales más usuales para fabricar nuestros morteros son: cemento, arena común y agua. Para la mezcla del mortero que se va a utilizar en el enlucido, se procede primero a cernir la arena común en un tamiz construido normalmente con una malla metálica o plástica. Este procedimiento trata de minimizar las impurezas que contiene la arena necesaria con una granulometría uniforme para el enlucido.²⁰

4.3.21 CERÁMICA

La cerámica es un material de revestimiento antiquísimo. Nació a partir del trabajo con base arcillosa, hasta convertirse en la versátil y funcional pieza que es en nuestros días. En su composición, la cerámica actual sigue teniendo a la arcilla como materia prima; arcilla y agua, como antaño. Pero se incorpora a la receta elementos fundentes (óxido de hierro, carbonato de calcio, feldespato y otros), así como quemantes (que permiten una mejor cocción, como la lignita, el aserrín, la termoarcilla, entre otros), desengrasantes (arena, ladrillo molido, escoria y otros que quitan plasticidad) y plastificantes (como la bentonita y las arcillas trimórficas).

De este modo, el material se hace más resistente a las exigencias diarias y climáticas, más duradero en su longevidad, y más versátil y maleable a la hora de adecuarse a determinados estilos. La moldería y las texturas también aportan más o menos permeabilidad a las piezas, haciéndolas antideslizantes, de fácil mantenimiento y limpieza, y de gran atractivo.²¹

²⁰ http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000300008 (BLANCO, 2012)

²¹ <https://www.asefa.es/comunicacion/patologias/507-danos-elementos-no-estructurales-2>

5. VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO

5.1 APORTE SOCIAL

El presente trabajo pretende que la Universidad Técnica de Manabí cuente con la mayoría de aulas disponibles para el inicio del nuevo periodo semestral, debido a que gran parte de ellas fueron afectadas severamente por el sismo del 16 de abril del 2016.

Siendo este un mecanismo que ayuda a los estudiantes y profesores para que no tengan que trasladarse a otro sitio a recibir o impartir sus clases.

5.2 APORTE ECONÓMICO

Se considera que tiene su aporte económico debido a que los estudiantes o profesores, recibirán o impartirán sus clases en los predios de la Universidad Técnica de Manabí, evitando así que se generen nuevos gastos a nivel de traslado en el docente o especialmente en el estudiantado.

5.3 APORTE CIENTÍFICO

Este trabajo tiene su aporte científico por que se utilizaran nuevas alternativas que serán técnicas y factibles para la reparación, y que de una u otra manera servirán como base para otros trabajos de reconstrucción.

6. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES.

6.1 HIPÓTESIS

La evaluación y posterior reparación de daños en mampostería, enlucido y cerámica en el Edificio del Instituto de Ciencias Básicas brindara a sus ocupantes seguridad al momento de realizar sus actividades.

6.2 OPERIALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

8. VARIABLE DEPENDIENTE: EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE - DAÑOS

Conceptualización	Categoría	Indicador	Ítems	Técnica
Generalmente los daños no estructurales se deben a la unión inadecuada entre los muros de rellenos o divisorios, las instalaciones y la estructura, o a la falta de rigidez de la misma, lo que se traduce en excesivas deformaciones que no pueden ser absorbidas por este tipo de componentes	Evaluación de daños Reparación de daños	No. de Aulas con daños Porcentaje de daños por piso	¿Cuáles son las especificaciones técnicas para la evaluación de daños existentes? ¿Cuál es el proceso necesario para la correcta reparación de daños en edificaciones?	Consultas a expertos sobre los diversos tipos de evaluación de daño y reparación.

6.2.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE: MAMPOSTERÍA, ENLUCIDO Y CERÁMICA.

Conceptualización	Categoría	Indicador	Ítems	Técnica
Elementos no estructurales que tienen como fin primordial el de embellecer o definir y determinar los espacios dentro de una construcción	Mampostería, cerámica y enlucido	Daños visibles	¿Qué tipos de daños que pueden sufrir los elementos arquitectónicos?	Consultas realizadas a entendidos en el tema, relacionado al correcto uso de elementos arquitectónicos
	Materiales en el medio	Calidad de materiales	¿Cuáles deben ser las especificaciones para la calidad de los materiales?	
	Procesos constructivos	Procesos de reparación	¿Qué tipos de reparación de daños existe?	

7. DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

9.1 OBJETIVOS

7.2.1.- OBEJTIVO GENERAL

- Evaluar y reparar la mampostería, enlucido y cerámica en el Edificio del Instituto de Ciencias Básicas para brindar un ambiente seguro a los estudiantes.

7.2.1.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un análisis técnico de los daños en la mampostería, enlucidos y cerámicos del edificio del Instituto de Ciencias Básicas.
- Determinar los parámetros técnicos para la reconstrucción de las áreas afectadas.
- Reparar las áreas afectadas del edificio del Instituto de Ciencias Básicas.

9.2 METODOLOGÍA

Se debió considerar la metodología necesaria para la obtención de datos y elaboración del proyecto, considerando que en este punto se emplearan los métodos y técnicas necesarios para efectuar un trabajo perfecto.

7.3.1.- MÉTODOS

Métodos empíricos

- **La observación:** Se empleó para verificar los daños existentes en los elementos como mampostería, enlucido y cerámica.
- **La medición:** Se requiere de este método para poder cuantificar los daños efectuados en los elementos de estudio, este depende de los diferentes tipos de daños que son evidenciados en cada uno de ellos.

Métodos Teóricos

- **Análisis – Síntesis:** Se aplicó este método, para analizar y evaluar los criterios de reparación a cada uno de los elementos respecto a los problemas que se evidenciaron.

7.2.2.- TÉCNICAS

La técnica emplear es la siguiente:

- **La observación de campo:** Se aplicará esta técnica para tener contacto directo con el objeto en estudio que servirá de testimonio para permitir buscar un mecanismo de reparación apropiado.

8. DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

8.1 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

Los elementos que se van a evaluar (cerámica, mampostería y enlucido) se encuentran localizado en el Instituto de Ciencias Básicas (I.C.B), situado en los predios de la Universidad Técnica de Manabí, estos elementos se evaluarán de acuerdo a los niveles de daños que presentan.



Imagen 8. Ubicación de Instituto de Ciencias Básica. (EARTH, 2016)

8.2 CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS.

La conceptualización de los elementos de reparación es la siguiente:

Cerámica.- Son acabados que suele darse a las viviendas o edificaciones públicas y privadas para mejorar la estética del piso en que se camina o transita.

Mampostería.- Es formada por la unión de mortero con ladrillo, bloque o alfadomo, y su principal función es realizar divisiones o cerramiento perimetrales en edificios o viviendas.

Enlucido.- Es una combinación de agua, cemento y arena que se utiliza para darle un acabado y mayor resistencia al muro de mampostería.

8.3 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La selección de la muestra viene dada de acuerdo inspección visual realizada en el campo, el mismo que viene determinado por el nivel de daño presente en cada uno de los elementos a evaluar y de la cantidad necesaria a reparar.

8.4 RECURSOS

8.4.1 RECURSOS HUMANOS

Evaluación:

- Profesionista.
- Peón.

Reparación o reconstrucción:

- Profesionista.
- Peón.
- Maestro constructor.

8.4.2 RECURSOS MATERIALES

- Cámara digital.
- Material de oficina (hojas boom, esferos, lápiz, etc.).
- Material de construcción (cincel, martillo, etc.).
- Impresora.
- Computadora portátil.

8.4.3 RECURSOS ECONÓMICO

El recurso económico viene dado de acuerdo a los gastos generados en la elaboración del proyecto de titulación, el mismo es solventado mediante beca estudiantil otorgada por la Universidad Técnica de Manabí.

9. RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizará, para determinar el nivel de daño presente en cada uno de los elemento (cerámica, mampostería y enlucido) y así mismo para obtener el total del área afectada en cada uno de ellos, para luego poder conocer el coste de reparación y empezar con la reconstrucción.,

Se tiene, que para determinar el nivel de daño sufrido en cada uno de los elementos se deberá considerar la siguiente categorización:

Para mampostería y enlucido:

Niveles de Daño:

- **Ninguno / muy Leve:** Grietas pequeñas difícilmente visibles con ancho menor a 0.2 mm sobre la superficie del muro.
- **Leve:** Agrietamiento perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm sobre la superficie del muro.
- **Moderado:** Agrietamiento diagonal incipiente. Grietas considerablemente grandes con anchos entre 1.0 mm y 3.0 mm en la superficie del muro
- **Fuerte:** Agrietamiento diagonal severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm y dislocación de piezas de mampostería.
- **Severo:** Desprendimiento de partes de piezas, aplastamiento local de la mampostería. Desplome o inclinación apreciable del muro.

Para cerámica:

Niveles de daño:

- **Ninguno / muy leve:** Fisuras que no poco perceptibles cuyo ancho de fisuras son menor a 0.1mm sobre la superficie.
- **Moderado:** Agrietamiento perceptible con fisuras de 1.0 mm a 3.0 mm en la superficie de la cerámica.
- **Fuerte:** Desprendimiento parcial o total de la pieza, con fisuras mayores a 3.0 mm.

Donde seguidamente se expresan las imágenes obtenidas de los daños presente que se observaron en el campo de investigación.



Imagen 9. Paredes de bloque hueco colapsadas en su totalidad.



Imagen 10. Mampostería de ladrillo maleta colapsada parcialmente.



Imagen 11. Mampostería de ladrillo maleta con fisuras diagonales en la superficie de la misma.



Imagen 12. Mampostería de bloque hueco colapsado en su totalidad.



Imagen 13. Fisuras en de aproximadamente 3.5 mm en superficie de la cerámica del Instituto de Ciencias Básicas en la Universidad Técnica de Manabí.



Imagen 14. Fisuras de 1.0 a 3.0 mm en cerámica del Instituto de Ciencias Básicas en la Universidad Técnica de Manabí.

Para poder cuantificar las áreas afectadas por el sismo del 16 de abril en los elementos de estudio, se realizaron las respectivas mediciones a cada uno de ellos para luego determinar su presupuesto o coste de reparación.

Elemento	Área afectada (m ²)
Cerámica	60.00
Mampostería	107.93
Enlucido	241.20
Total	409.13

9.1 VERIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS.

1. Para cumplir con el objetivo uno del trabajo, se describen los resultados obtenidos en el proceso de evaluación de los elementos.

El mismo que para obtener el nivel de afectación de cada uno de ellos se requirió realizar una visita al campo, en el cual se pudo observar la gravedad de los daños que presentan cada elemento, siendo este el que nos permitirá caracterizarlo de acuerdo a lo estableció en el proceso de recolección de datos, dando como resultado lo siguiente:

En mampostería y enlucido:

Resultados de daños obtenidos:

- **Fuerte:** Agrietamiento diagonal severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm y dislocación de piezas de mampostería.
- **Severo:** Desprendimiento de partes de piezas, aplastamiento local de la mampostería. Desplome o inclinación apreciable del muro.

Para cerámica:

Resultado de daño obtenido:

- **Fuerte:** Desprendimiento parcial o total de la pieza, con fisuras mayores a 3.0 mm.

2. Continuando con la verificación del objetivo dos, se describen las técnicas escogidas para las reparaciones de los elementos, donde se nos incida que:

Para determinar la técnica de reconstrucción elegida, se debió considerar el nivel de daño presente en cada elemento, por lo que las técnicas escogidas son las siguientes:

- La mampostería y enlucido parcial y totalmente colapsado debe ser derrocado y reconstruido con bloque hueco de 15 cm fabricado en el sector y con un confinamiento de columnetas y viguetas del mismo espesor del muro de mampostería.
- La cerámica desprendida parcial y totalmente debe ser retirada y renovada.

3. Para el cumplimiento del objetivo tres del presente trabajo, se describe el presupuesto y el proceso para la reparación en los elementos afectados.

Para empezar con la reparación se tuvo que establecer cual será el gasto o inversión para que el edificio quede en condiciones de ser habilitado, por lo que se realizó el presupuesto de acuerdo a los daños obtenidos y al tipo de reparación que se ejecutará, en donde se obtuvo el siguiente valor:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ						
REPARACIÓN DE MAMPOSTERÍA, ENLUCIDO Y CERÁMICA EN EL I.C.B.						
Oferente:	JONATHAN ALBERTO VILLACRESES PALMA					
Ubicación:	PORTOVIEJO					
Fecha:	5/10/2016					
PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		PRELIMINARES				306.19
1.001	576001	DEMOLICIÓN Y RETIRO DE ESCOMBROS	GLOBAL	1.00	306.19	306.19
2		REPARACIONES				3,693.81
2.001	576002	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE E=15CM	M2	107.93	9.83	1,060.95
2.002	576003	ENLUCIDO VERTICAL	M2	241.20	6.55	1,579.86
2.003	576004	CERÁMICA DE PISOS 30x30 CM	M2	60.00	17.55	1,053.00
SUBTOTAL						4,000.00
TOTAL						4,000.00
Son:	cuatro mil dólares					

Tabla 1. Presupuesto de reparación de los elementos averiados en el Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí.

Establecido el costo de reparación se empieza con la reparaciones de los elementos afectados, teniendo que derrocar la mampostería averiada y retirando la cerámica correspondiente, donde luego se desaloja el material no requerido (escombros) y se procede con el levantamiento de las paredes de bloque hueco de 15 cm de espesor respetando el lugar o la zona en donde se colocaran las columnetas y viguetas que en la mayoría de los casos serán ubicadas en el centro del vano.

Terminado el proceso de reconstrucción de la mampostería, se procede a enlucir las paredes interior y exteriormente realizando andamios con sea necesario.



Imagen 15. Evidencia del proceso de construcción en el edificio del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí.

Una vez retiradas las cerámicas de las secciones afectadas se procedió con la colocación de las nuevas cerámicas, cuidando que estén perfectamente colocadas sin la presencia de desniveles entre ellas.

10. ANÁLISIS DE LOS DATOS

- De acuerdo con el objetivo uno, “realizar un análisis técnico de los daños en la mampostería, enlucido y cerámica del edificio del Instituto de Ciencias Básicas” tenemos que:

Los daños presenciados van desde fuertes a severos, por lo que se conoce que estas afectaciones son comunes frente a un sismo, debido a la poca rigidez que poseen y a la falta confinamiento que requieren para soportar los nuevos esfuerzos que en él se ejercen.

- Siguiendo con el análisis del objetivo dos, “determinar los parámetros técnicos para la reconstrucción de las áreas afectadas”, tenemos que:

La mampostería averiada debe ser derrocada y reconstruida mediante un confinamiento de columnetas y viguetas para darle mayor resistencia y estabilidad al muro o pared, siendo este mecanismo el más óptimo para soportar los esfuerzos de compresión y elongación que genera el sismo.

La cerámica averiada solo debe ser cambiada, siendo este la única alternativa de reparación debido a que no hay una técnica más eficiente para darle mayor resistencia y estabilidad frente a un sismo.

- De acuerdo a los datos obtenidos del objetivo tres, “reparar las áreas afectadas del edificio del Instituto de Ciencias Básicas”, se tiene que:

El costo de reparación fue \$ **4,000.00** el mismo que es justificado debido al nivel y a la cantidad de daños evidenciados en los elementos.

En base a la reparación se verifico que el trabajo se lo realice de la manera correcta, cuidando que:

1. La cerámica no quede con desniveles entre ellas ya que dañarían la estética del mismo.
2. La mampostería no quede desplomada de manera que causaría mayores gastos al momento de enlucir.
3. Las columnetas quede a una distancia $L/2$ y las viguetas $h/2$ para tener un buen confinamiento de la pared.

11. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE LOS RESULTADOS

11.1 CONCLUSIONES

Una vez culminado el trabajo titulado, “Evaluación y reparación de la mampostería, enlucido y cerámica del edificio del Instituto de Ciencias Básicas, generados por el sismo del 16 de abril del 2016”, se concluye:

- Que los daños obtenidos entre fuertes y severos en la mampostería, enlucido y cerámica, se debe a que se tienen elementos poco rígidos para soportar los esfuerzos que proporciona el evento sísmico.
- Que las técnicas de reparación empleadas son las más adecuadas dado que al confinar los elementos obtienen mayor rigidez evitando que sufra mayores daños como los ocurridos en el sismo del 16 de abril del 2016
- Que reparado los daños o afectaciones en la mampostería, enlucido y cerámica, el edificio del Instituto de Ciencias Básica se encuentra en óptimas condiciones para poder recibir e impartir las clases.

11.2 RECOMENDACIONES

Una vez culminado el trabajo de investigación, y habiéndose analizado los respectivos datos se recomienda:

- Que en trabajos similares a este se emplee el método de categorización que se utilizó para determinar el nivel de daño en los elementos ya que lo define de manera precisa y satisfactoria.
- La utilización del confinamiento de muro de mampostería con columnas y viguetas para reforzar las paredes, siendo este un mecanismo muy óptimo para rigidizar estos elementos.

BIBLIOGRAFÍA

- (MIDUVI), M. d., & (CAMICON), C. d. (2014). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. QUITO: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
[http://www.normaconstruccion.ec/capitulos_nec_2015/NEC_SE_RE_\(Riesgo_sismico\).pdf](http://www.normaconstruccion.ec/capitulos_nec_2015/NEC_SE_RE_(Riesgo_sismico).pdf)
- AIS, A. C. (2002). *Guía técnica para la inspección de edificaciones después de un sismo*. Bogotá: COPYPLUS Ltda.
- BLANCO, M. (2012). CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO SISMORESISTENTE. *REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA*.
- Colombia, U. N. (JUEVES de ENERO de 2007). *GESTIÓN DE RIESGO MANIZALES - COLOMBIA*. Obtenido de
http://www.gestiondelriesgomanizales.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38%3Amanual-de-evaluacion-de-danos&catid=41%3Amanejo-de-desastres&Itemid=198
- CONSTRUCTION, L., & S.A. (17 de Julio de 2012). *Obras civiles costos Y presupuestos*. Obtenido de <http://yeiramora24.blogspot.com/>
- Mancipe, Z. C. (2015). *EVALUACIÓN DE DAÑO ESTRUCTURAL POST-SISMO EN EDIFICACIONES*. BOGOTA.
- SISMICA, A. C. (2015). *EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO EN VIVIENDAS*. BOGOTA: ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA.
- Sergio Raccichini. *“CONOCER CÓMO DEFENDERSE DE UN TERREMOTO”*. Observatorio Geofísico Experimental de Macerata, Servicio de Protección Civil. Italia, Maggio, 1992.
- Jaime Incer Barquero, Jaime Wheelock Román, Lorenzo Cardenal Sevilla, Alejandro C. Rodríguez. *“DESASTRES NATURALES DE NICARAGUA, GUÍA PARA CONOCERLOS Y PREVENIRLOS”*. Nicaragua, 2000.
https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io3/public_html/Sismorresistencia/Sismorresistencia.html

<http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo3.html>

<http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo3.html>

http://www.gestiondelriesgomanizales.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38%3Amanual-de-evaluacion-de-danos&catid=41%3Amanejo-de-desastres&Itemid=198. (Universidad Nacional de Colombia, 2014)

<http://www.ineter.gob.ni/geofisica/strauch.html>

<http://www.freyssinet.es/wp/wp-content/uploads/2013/04/Sismoedif.pdf>

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-406520120003000084

<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6230/03CAPITULO2.pdf?sequence=3>

<http://www.disaster-info.net/viento/books/FundamentosNew2.pdf>

http://www.gestiondelriesgomanizales.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38%3Amanual-de-evaluacion-de-danos&catid=41%3Amanejo-de-desastres&Itemid=198 (Colombia, 2007)

http://www.aq.upm.es/habitabilidadbasica/docs/articulos/Guia_Tecnica.pdf (-AIS, 2002)

<https://www.asefa.es/comunicacion/patologias/507-danos-elementos-no-estructurales-2>

ANEXOS.



Imagen 16. Mampostería de ladrillo maleta parcialmente colapsado en el Edificio del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí.



Imagen 17. Derrocamiento de paredes de ladrillo maleta del edificio del Instituto de Ciencias Básicas.



Imagen 18. Levantamiento de las paredes de bloque hueco de 15 cm, empleando confinamiento de columneta y vigueta.



Imagen 19. Levantamiento de mampostería terminada con columnetas y viguetas en cruz.



Imagen 20. Enlucido en la mampostería confinada del edificio del Instituto de Ciencias Básicas.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ						
REPARACIÓN DE MAMPOSTERÍA, ENLUCIDO Y CERÁMICA EN EL I.C.B.						
Oferente:	JONATHAN ALBERTO VILLAGRESES PALMA					
Ubicación:	PORTOVIEJO					
Fecha:	5/10/2016					
PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		PRELIMINARES				306.19
1.001	576001	DEMOLICIÓN Y RETIRO DE ESCOMBROS	GLOBAL	1.00	306.19	306.19
2		REPARACIONES				3,693.81
2.001	576002	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE E=15CM	M2	107.93	9.83	1,060.95
2.002	576003	ENLUCIDO VERTICAL	M2	241.20	6.55	1,579.86
2.003	576004	CERÁMICA DE PISOS 30x30 CM	M2	60.00	17.55	1,053.00
SUBTOTAL						4,000.00
TOTAL						4,000.00
Son:	cuatro mil dólares					

Tabla 2. Presupuesto o coste de reparación de los elementos afectados en el edificio del Instituto de Ciencias Básicas.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)

Análisis de Precios Unitarios						
Item:	1.001					
Código:	576001					
Descrip.:	DEMOLICIÓN Y RETIRO DE ESCOMBROS					
Unidad:	GLOBAL					
Especific.:	301-2.02 (1)					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101011	HERRAMIENTA MENOR (5% MO)	%MO	5%MO			5.91
102063	VOLQUETE 12 M3	HORA	1.0000	28.00	6.5000	182.00
Subtotal de Equipo:						187.91
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/ U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
416001	PEON -ESTRUCT. OCUP. E2-		4.0000	3.26	6.5000	84.76
421002	INSPECTOR DE OBRA -ESTRUCT. OCUP. B3-		0.1000	3.66	6.5000	2.38
430001	CHOFER: VOLQUETAS		1.0000	4.79	6.5000	31.14
Subtotal de Mano de Obra:						118.28
Costo Directo Total:						306.19
COSTOS INDIRECTOS						
0 %						0.00
Precio Unitario Total						306.19

Análisis de Precios Unitarios						
Item:	2.001					
Código:	576002					
Descripción:	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE E=15CM					
Unidad:	M2					
Especificación:						
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	ANDAMIOS	HORA	1.0000	1.30	0.2000	0.26
101011	HERRAMIENTA MENOR (5% MO)	%MO	5%MO			0.07
Subtotal de Equipo:						0.33
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201232	CHICOTES-HIERRO CORRUGADO DE 8 MM	KG	0.3170	1.35		0.43
205006	BLOQUE PARED 15x20x40	U	13.2000	0.45		5.94
218005	CEMENTO PORTLAND (50 KG)	SACO	0.1854	7.80		1.45
219001	AGUA	M3	0.0302	1.80		0.05
219002	ARENA	M3	0.0260	5.50		0.14
Subtotal de Materiales:						8.01
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
307004	ARENA	M3	0.0260	4.20	1.0000	0.11
Subtotal de Transporte:						0.11
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
416001	PEON -ESTRUCT. OCUP. E2-		1.0000	3.26	0.2000	0.65
417001	ALBAÑIL -ESTRUCT. OCUP. D2-		1.0000	3.30	0.2000	0.66
419001	MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE OBRAS CIVILES -ESTRUCT. OCUP. C1-		0.1000	3.48	0.2000	0.07
Subtotal de Mano de Obra:						1.38
Costo Directo Total:						9.83
COSTOS INDIRECTOS						
0 %						0.00
Precio Unitario Total						9.83

Análisis de Precios Unitarios						
Item:	2.002					
Código:	576003					
Descripción:	ENLUCIDO VERTICAL					
Unidad:	M2					
Especificación:						
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	ANDAMIOS	HORA	1.0000	1.30	0.5500	0.72
101011	HERRAMIENTA MENOR (5% MO)	%MO	5%MO			0.19
Subtotal de Equipo:						0.91
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
218005	CEMENTO PORTLAND (50 KG)	SACO	0.2000	7.80		1.56
219001	AGUA	M3	0.0500	1.80		0.09
219002	ARENA	M3	0.0156	5.50		0.09
Subtotal de Materiales:						1.74
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
307004	ARENA	M3	0.0156	4.20	1.0000	0.07
Subtotal de Transporte:						0.07
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	PEON -ESTRUCT. OCUP. E2-		1.0000	3.30	0.5500	1.82
403001	ALBAÑIL -ESTRUCT. OCUP. D2-		1.0000	3.30	0.5500	1.82
404001	MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE OBRAS CIVILES -ESTRUCT. OCUP. C1-		0.1000	3.48	0.5500	0.19
Subtotal de Mano de Obra:						3.83
Costo Directo Total:						6.55
COSTOS INDIRECTOS						
0 %						0.00
Precio Unitario Total						6.55

Análisis de Precios Unitarios						
Item:	2.003					
Código:	576004					
Descripción:	CERÁMICA DE PISOS 30x30 CM					
Unidad:	M2					
Especificación:						
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101011	HERRAMIENTA MENOR (5% MO)	%MO	5%MO			0.17
101021	AMOLADORA ELECTRICA	HORA	1.0000	0.75	0.5000	0.38
101036	CORTADORA DE CERAMICA	HORA	1.0000	0.70	0.5000	0.35
Subtotal de Equipo:						0.90
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
204094	CERAMICA PARA PISOS 30x30 CM	M2	1.0500	11.50		12.08
218005	CEMENTO PORTLAND (50 KG)	SACO	0.1030	7.80		0.80
218009	PORCELANA	KG	0.2500	0.85		0.21
219001	AGUA	M3	0.0030	1.80		0.01
219002	ARENA	M3	0.0104	5.50		0.06
Subtotal de Materiales:						13.16
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
307004	ARENA	M3	0.0104	4.20	1.0000	0.04
Subtotal de Transporte:						0.04
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
416001	PEON -ESTRUCT. OCUP. E2-		1.0000	3.26	0.5000	1.63
417001	ALBAÑIL -ESTRUCT. OCUP. D2-		1.0000	3.30	0.5000	1.65
419001	MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE OBRAS CIVILES -ESTRUCT. OCUP. C1-		0.1000	3.48	0.5000	0.17
Subtotal de Mano de Obra:						3.45
Costo Directo Total:						17.55
COSTOS INDIRECTOS						
					0 %	0.00
Precio Unitario Total						17.55