

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE LOS MUROS DE
MAMPOSTERÍA APLICADO A LA UNIDAD DE FLAGRANCIA EN
LA AV. DE LAS AMÉRICAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”

PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del título:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Cristhian José Ponguillo Arreaga

José Andrés Quinancela Criollo

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO – 2016

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme brindado la fuerza y la sabiduría necesaria para poder superar este arduo camino; por ser mi guía en los momentos difíciles.

A mi madre y a mi padre; por esforzarse tanto por mí, por su confianza y por brindarme su apoyo incondicional en los buenos y malos durante este trayecto.

Al Ing, Daniel Toro por la orientación brindada al iniciar el proyecto.

Al Ing. Miguel Angel Chavez e Ing. Rafael Valdez por ser parte de mi formación profesional en la ESPOL y ser guía para este proyecto.

A mi novia Vanessa Revelo por su apoyo, comprensión y colaboración durante mi formación universitaria y la ejecución del proyecto.

Cristhian Ponguillo Arreaga

AGRADECIMIENTO

A Dios, por sus bendiciones
derramadas

A María, Holger, Magda, Jean y Gene
por el tiempo robado en la intención de
cumplir este momento soñado.

Al Centro Técnico del Hormigón de
Holcim Ecuador en la representación
del Ing. Cristian Velasco, por el
respaldo y asesoría en el presente
proyecto y por ser el líder que influye
en mi desarrollo profesional.

A mi compañero de proyecto, por su
dedicación y amistad durante toda la
formación académica. Así como a los
amigos que me brindó el fútbol
politécnico

Al Ing. Miguel Ángel Chavez M.Sc
Ph.D y al Ing. Rafael Valdez M.Sc por

su tutoría profesional, técnica y académica.

José Quinancela Criollo

DEDICATORIA

A Dios por guiarme por el camino correcto,

A mis padres que me han brindado su apoyo incondicional, amor, comprensión y sobre todo por los sacrificios que han hecho para permitirme cumplir este logro, a mis hermanos que son parte fundamental en mi familia.

A los profesores que han contribuido en mi formación profesional a lo largo de mi etapa universitaria.

A mi compañero por la dedicación en la elaboración del proyecto y por ser un buen amigo a lo largo de toda la carrera universitaria.

Cristhian Ponguillo Arreaga.

DEDICATORIA

A Dios, porque llegó el momento de detenerse un instante y regresar a ver como El Soberano del Universo con su mano ha conducido mi vida, y me ayudó a comprender que sus caminos y sus tiempos son perfectos.

A Mamá, por convertirse en la mujer que amé, adoro y admiraré siempre, por esas lágrimas de alegría al ver a su hijo triunfar paso a paso, por encontrar en ella el amor, valor, perseverancia y humildad para superar las dificultades de la vida y resurgir cada día más fuerte sólo tomado de la mano de Dios.

A Papá por la confianza y aquel brillo en sus palabras, que denotaron siempre lo muy orgulloso que está de su cadete, por aquel abrazo fuerte junto al mar que transformó la

resignación en el inicio de nuevos objetivos.

A Danny y Magda mis hermanos por tantos consejos, aventuras, primeras veces y regalos en los que nunca escatimaron darme lo mejor, por aquella lección de que el trabajo y el esfuerzo son la única vía hacia el éxito.

A Jean Pierre, el mejor sobrino del mundo, la alegría de la casa, por enseñarnos cada día a querer, a ser espontáneos, a valorar la importancia de la unidad en la familia, por enseñarme que una sonrisa simplemente enamora.

José Andrés Quinancela Criollo

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Cristhian José Ponguillo Arreaga

José Andrés Quinancela Criollo

RESUMEN

El modelo integral de seguridad en Ecuador, gestiona la construcción de edificaciones denominadas Unidades de Flagrancias en las ciudades más importantes del país, Estadísticamente en Guayaquil se resuelven en promedio 130 litigios por mes en un máximo de 10 días, gracias a las facilidades que brindan sus instalaciones. La suspensión de los servicios a la ciudadanía por parte de la Unidad de Flagrancia debido al sismo del pasado 16 de abril, convierte urgentemente a la edificación en el foco del análisis, mediante la inspección, evaluación y diagnóstico de la estructura para determinar las causas que originaron los daños.

El presente proyecto es aplicable a toda edificación que posea una configuración igual o similar a la estructura analizada, proveyendo de cuatro alternativas de reforzamiento, que prolongan la vida útil y mejoran su desempeño sismo-resistente. Se contrastan las ventajas, desventajas, metodologías y presupuestos, entre el reforzamiento con mallas electrosoldadas, fibras de carbono, mallas de polímeros, además de varillas de fibras de vidrio, resaltando que las restricciones pueden ser económicas, o tecnológicas, pero que todas innovan en el campo de la rehabilitación estructural y son objeto de investigación actualmente en el país.

El análisis estructural se lo realiza mediante ensayos no destructivos con equipos de última tecnología, como el Rebote esclerométrico Schmidt y el Ultrasonido Pundit Lab, entre tanto que el procesamiento de datos se realizó con el asesoramiento del Centro Técnico del Hormigón de Holcim Ecuador.

INDICE GENERAL

ABREVIATURAS	XVI
SIMBOLOGÍA	XVII
CAPÍTULO 1	26
1. GENERALIDADES	26
1.1 Introducción	26
1.2 Antecedentes.....	28
1.3 Justificación	29
1.4 Ubicación.....	30
1.5 Objetivos: General y Específicos	32
1.5.1 Objetivo General	32
1.5.2 Objetivos Específicos.....	32
CAPÍTULO 2	33
2. GEOMORFOLOGÍA DEL SITIO DE ESTUDIO	33
2.1 Geomorfología Regional	33
2.2 Geología Local	35
2.2.1 Llanura aluvial de los ríos Babahoyo y Daule.....	35
2.2.2 Geología Local.....	36
2.3 Sismicidad de la Zona.....	38
CAPÍTULO 3	41
3. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	41
3.1 Componentes preliminares para el Diagnóstico	42
3.2 Inspección Visual.....	46
3.3 Auscultación de la estructura de Hormigón Armado – Métodos ASTM 50	
3.3.1 Martillo de rebote o esclerómetro (ASTM C 805)	51
3.3.2 Velocidad de pulso ultrasónico (ASTM C 597)	53

3.3.3	Métodos combinados	55
3.4	Análisis de Resultados.....	56
3.5	Diagnóstico Estructural	65
CAPÍTULO 4	.....	67
4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	.....	67
4.1	Alternativa 1: Reforzamiento de mampostería con mallas electrosoldadas y mortero proyectado.....	67
4.2	Alternativa 2: Reforzamiento con FCRP (Fibra de Carbono Reforzada con Polímeros)	72
4.2.1	Platinas de Carbono.....	74
4.2.2	Tejidos de Fibra de Carbono.....	77
4.2.3	Ventajas y Desventajas.....	78
4.3	Reforzamiento con Malla de Polímeros	79
4.4	Reforzamiento con varillas de fibra de vidrio.....	81
CAPÍTULO 5	.....	84
5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	.....	84
5.1	Criterios de Selección de Alternativas.....	86
5.1.1	Costo de Obra.....	86
5.1.1.1	Presupuesto Referencial Alternativa 1	87
5.1.1.2	Presupuesto Referencial Alternativa 2	88
5.1.1.3	Presupuesto Referencial Alternativa 3	89
5.1.1.4	Presupuesto Referencial Alternativa 4	90
5.1.2	Tiempo de Ejecución.....	91
5.1.3	Disponibilidad de Materia Prima.....	91
5.1.4	Comportamiento Estructural.....	92
5.1.5	Selección de Alternativa.....	93
5.1.6	Cuadro de comparación entre alternativas.....	94

5.1.7	Restricciones de las Alternativas.....	95
CAPÍTULO 6		96
6. METODOLOGÍA DE TRABAJO		96
6.1	Presupuesto Referencial.....	96
6.2	Especificaciones Técnicas.....	97
6.2.1	Materiales	97
6.2.2	Seguridad	97
6.2.3	Reparación de la Estructura.....	98
6.2.3.1	Picoteado de Pared.....	98
6.2.3.2	Cortado y doblado de acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$	99
6.2.3.3	Reparación de anclaje Tipo I.....	100
6.2.3.4	Reparación de Anclaje tipo II	102
6.2.3.5	Reparación de grietas diagonales en mampostería	103
6.2.3.6	Reparación de grietas escalonadas en mampostería.....	104
6.2.3.7	Demolición de Mampostería.....	106
6.2.3.8	Paredes Interiores y Exteriores	107
6.2.3.9	Desalojo de materiales.....	109
6.2.3.10	Colocación de Malla electrosoldada $\text{Ø}5\text{mm}$, 20 x 20 cm	110
6.2.3.11	Perforación y ajuste de Anclajes	111
6.2.3.12	Proyección de Mortero	112
6.2.3.13	Regleado y Paletado.....	113
6.2.3.14	Empaste.....	114
6.2.3.15	Pintura Interior	116
6.2.3.16	Pintura Exterior	117
6.2.3.17	Reinstalación de Tumbado.....	118

6.2.4	Metodología de Trabajo	119
6.2.4.1	Reparación de mampostería afectada	120
6.2.5	Reforzamiento de mampostería	121
6.2.6	Enlucidos y Acabados	122
6.3	Análisis de Impacto Ambiental	123
6.3.1	Impactos Positivos Generados	123
6.3.2	Impactos Negativos Generados	123
6.3.3	Valoración y evaluación de los Impactos Ambientales	124
6.3.4	Matriz de identificación de actividades y medios afectados..	132
6.3.5	Matriz de Intensidad	133
6.3.6	Matriz de Extensión	134
6.3.7	Matriz de Duración	135
6.3.8	Matriz Signo	136
6.3.9	Matriz de Magnitud de impacto Ambiental	137
6.3.10	Matriz de Reversibilidad	138
6.3.11	Matriz de Riesgo	139
6.3.12	Matriz V.I.A.	140
6.3.13	Matriz de Valoración del Impacto	141
CAPÍTULO 7	.....	142
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	142
7.1	CONCLUSIONES	142
7.2	RECOMENDACIONES	144
ANEXOS		
BIBLIOGRAFIA		

ABREVIATURAS

ACI	: American Concrete Institute
AFRP	: Aramid Fiber Reinforced Polymer
ASTM	: American Society of Testing Materials
CENAPRED	: Centro Nacional de Prevención de desastres
Desv.	: Desviación Estándar.
Dist.	: Distancia
ESI	: Environment Seismic Intensity Scale
FCRP	: Fibra de Carbono Reforzada con Carbono
FRP	: Fibras Reforzada con Polímeros
GRC	: Glass Fiber Reinforced Cement
Hum	: Humedad
INEN	: Instituto Ecuatoriano de Normalización
LOSNCP	: Ley Orgánica Servicio Nacional de Contratación Pública.
Max.	: Máximo
Min.	:Mínimo
NEC	: Norma Ecuatoriana de la Construcción
NTCM	: Normas técnicas complementarias mexicanas
TA	: Temperatura Ambiente
USGS	: United States Geological Survey
V.I.A.	: Valoración de Impacto Ambiental

SIMBOLOGÍA

A_T	: Área transversal del muro (área en planta = longitud por espesor del muro, se incluye la longitud de los pilaretes).
F_R	: factor de resistencia;
f_{dur}	: Factor de duración
f_{ext}	: Factor de extensión
f_{int}	: Factor de intensidad
$f_{magnitud}$	: Factor de Magnitud
f_{rev}	: Factor de reversibilidad
f_{riesgo}	: Factor de riesgo
f_{yh}	: Esfuerzo de fluencia de la malla; y
p_h	: Cuantía de acero proporcionada por los alambres horizontales de la malla;
$v_m *$	: resistencia a la compresión diagonal de la mampostería;
°C	: Grados Centígrados
cm	: centímetros
g/cm ³	: Gramos sobre centímetros cúbicos
Kg/cm ²	: Kilogramos sobre centímetro cuadrado
m/s	: metros sobre segundos
m ³	: Metro cubico
mm	: milímetros
MPa	: Mega Pascales
us	: microsegundos

P : Carga vertical sobre el muro;

η : Factor de eficiencia.

INDICES DE FIGURAS

Figura 1.1 Edificio de la Unidad de Fragancia en la Av. De las Américas antes del evento sísmico.	31
Figura 1.2 Vista Satelital de la zona en la se encuentra en el edificio	31
Figura 3.1 Ultrasonido Pundit Lab.....	53
Figura 3.2 Posiciones de los electrodos en los ensayos no destructivos en la prueba de ultrasonido.	55
Figura 3.3 Relación entre la Resistencia de la compresión de los cilindros y el número de rebote, para lecturas del martillo en posición horizontal y vertical, sobre una superficie de concreto húmeda y seca.	61
Figura 3.4 Relaciones entre la Resistencia a la compresión y el número de rebote en cilindros elaborados con distintos agregados con el martillo en posición de un costado.	62
Figura 4.1 Proceso de reparación para el reforzamiento del muro con malla electrodoldada.	70
Figura 4.2 Formas de colocar la lámina de FCRP para el refuerzo de muros de mampostería.....	75
Figura 4.3 Colación de tejidos de FRP.....	77
Figura 4.4 Muro de mampostería reforzada con malla de polímeros	81

Figura 4.5 Ubicación de varillas de fibra de vidrio para el reforzamiento de muros de mampostería.....82

Figura 4.6 Proceso de colocación de varillas de fibra de vidrio en los muros de mampostería.....82

INDICE DE TABLAS

Tabla I Ficha de Inspección Técnica de daños	48
Tabla II Características comunes en edificaciones que necesitan reforzamiento	49
Tabla III Valores Obtenidos del Esclerometro Planta Baja	56
Tabla IV Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico Planta Baja	57
Tabla V Valores Obtenidos del Esclerometro Primer Piso	57
Tabla VI Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en las columnas del Primer piso.....	57
Tabla VII Valores Obtenidos del Esclerometro de las columnas del Primer Piso	58
Tabla VIII Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en la columnas del Segundo piso	58
Tabla IX Valores Obtenidos del Esclerometro en columnas del Tercer Piso .	58
Tabla X Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en columnas del Tercer piso.....	59

Tabla XI Valores obtenidos en campo del Esclerometro en vigas en la planta baja.....	59
Tabla XII Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en vigas del Primer piso.....	59
Tabla XIII Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en vigas del Segundo piso.....	60
Tabla XIV Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en vigas del Tercer piso.....	60
Tabla XV Clasificación de la calidad del hormigón por medio de la velocidad de onda según Leslie y Cheesman.....	64
Tabla XVI Velocidad mínima de pulso ultrasónico en estructuras típicas.....	64
Tabla XVII Propiedades Mecánicas de las láminas Sika CarboDur	76
Tabla XVIII Ventajas y desventajas de los materiales compuestos versus los materiales convencionales de construcción	79
Tabla XIX Matriz de selección de alternativas-Costos de Obra.....	86
Tabla XX Presupuesto Referencial Alternativa 1	87
Tabla XXI Presupuesto Referencial Alternativa 2	88
Tabla XXII Presupuesto referencial Alternativa 3.....	89

Tabla XXIII Presupuesto Referencial Alternativa 4	90
Tabla XXIV Matriz de selección de alternativas - Tiempo de ejecución.....	91
Tabla XXV Matriz de selección de alternativas – Disponibilidad de materia prima	92
Tabla XXVI Matriz de selección de alternativas – Comportamiento estructural	92
Tabla XXVII Matriz de Comparación de las alternativas	93
Tabla XXVIII Matriz de contraste de las alternativas	94
Tabla XXIX Matriz de Actividades que contaminan los medios	132
Tabla XXX Matriz de Intensidad.....	133
Tabla XXXI Matriz de Extensión	134
Tabla XXXII Matriz de Duración.....	135
Tabla XXXIII Matriz Signo.....	136
Tabla XXXIV Matriz de Magnitud del Impacto Ambiental	137
Tabla XXXV Matriz de Reversibilidad	138
Tabla XXXVI Matriz de Riesgo.....	139

Tabla XXXVII Matriz de Valorización del Impacto Ambiental140

Tabla XXXVIII Matriz de Valoración del Impacto.....141

INDICE DE GRÁFICAS

Grafica 4.1 Carga Lateral vs desplazamiento lateral.....	71
--	----

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

Ecuador al estar ubicado dentro de la zona de influencia del Cinturón de Fuego del Pacífico, requiere que las estructuras sean diseñadas con cierto nivel de desempeño sísmico, a través de la historia se han registrado sismos de alta intensidad que llegaron a comprometer la integridad de las estructuras existentes. En el país se ha suscitado sismos con magnitud de Richter mayores a 7 en tres ocasiones, dejando altos niveles de daños especialmente en las provincias de Esmeraldas, Manabí y con una menor intensidad la provincia del Guayas.

En este proyecto se analizará a una estructura afectada por el sismo de magnitud 7.8 en escala de Richter con epicentro en la ciudad de Pedernales suscitado el pasado 16 Abril del 2016. La estructura a analizar es la edificación donde funcionaba la Unidad de Flagrancia en las instalaciones del antiguo cuartel modelo, esta fue una de las varias estructuras afectadas por dicho evento sísmico en el cantón Guayaquil de la Provincia del Guayas.

Por tanto, la evaluación, diagnóstico y planteamiento de alternativas de rehabilitación en el ámbito estructural de edificaciones, se convierte en un tema de profunda importancia, con el fin de poner operativas sus instalaciones, así como brindar servicio a la comunidad ecuatoriana.

El análisis profundo de los elementos estructurales respecto de fichas de evaluación, garantizan un correcto diagnóstico de las edificaciones, el detalle de esta verificación en elementos como vigas, columnas o losas ya sean de estructuras metálicas u hormigón armado, son considerados como elementos estructurales de quienes depende principalmente la estabilidad de la edificación, así como la seguridad física de sus ocupantes.

El avance de la tecnología en procesos constructivos, metodologías de rehabilitación así como en el desarrollo del material propiamente dicho como es el hormigón, y sus derivados como aditivos, epóxicos de inyección, impermeabilizantes, morteros especiales además de los equipos actuales que permite mediante ensayos no destructivos respaldar la veracidad de la inspección y provee de un informe preciso sobre la condición actual del hormigón en la estructura, estos ensayos a realizar son el de ultrasonidos, martillo esclerométrico, etc.

Por lo tanto, se propone mediante este trabajo la reparación de las áreas afectadas por el evento sísmico, posteriormente reforzar los muros de

mampostería para ganar rigidez en la estructura; el refuerzo será elegido en base a cuatro alternativas factibles para el reforzamiento del edificio, caracterizando eficazmente las ventajas y desventajas del contraste entre ellas, y una vez definido la de mayor factibilidad se definen los presupuestos y planes de trabajo.

Las alternativas del proyecto están conformadas por:

- Refuerzo mediante malla electrosoldada y mortero proyectado.
- Refuerzo con FRP
- Refuerzo con malla de polímeros y mortero proyectado
- Refuerzo con tabiques de fibra de vidrio

1.2 Antecedentes

El primer sismo de gran magnitud en Ecuador según los registros de la base de datos de la USGS se dio lugar en Esmeraldas en el año 1906 con una magnitud de 8.8, desde entonces se han registrado otros sismos con menores magnitudes y similares intensidades. El último sismo registrado el pasado 16 de Abril del 2016 dejó afectaciones en la mayor parte del litoral ecuatoriano, siendo las ciudades y poblaciones más afectadas las de la provincia de Manabí y Esmeraldas.

Producto de esta actividad en la ciudad de Guayaquil la onda sísmica causó varios daños entre lo más graves están el colapso de un paso vehicular elevado, el colapso de algunas viviendas y la afectación de la estructura principal de algunas edificaciones.

Entre estas se encuentra el edificio que es motivo de análisis del presente trabajo de titulación, en la estructura se encontraron severos daños en las paredes y fachada.

1.3 Justificación

En 2012, antes de que se implementen las Unidades de Flagrancia, se sentenciaban, en promedio, 15 causas de este tipo por mes, con una duración de 191 días. Con el funcionamiento de estas unidades, el promedio de casos es de 130 por mes y se tramitan en máximo 10 días, esto en el marco de la transformación del sistema de justicia, objetivo gubernamental de interés nacional.

El desarrollo de un país está marcado, por su infraestructura en favor de la transformación de un sistema integral que permita el bienestar civil y su potenciación industrial, un total aproximado de 300 funcionarios, además de los usuarios y contraventores de la ley, junto con un edificio operativo; hacían posible esta transformación, donde inclusive se contaba con el sistema de

Radio integral, ubicada en la última planta, para mejorar la atención inmediata de llamadas de emergencia de forma integral.

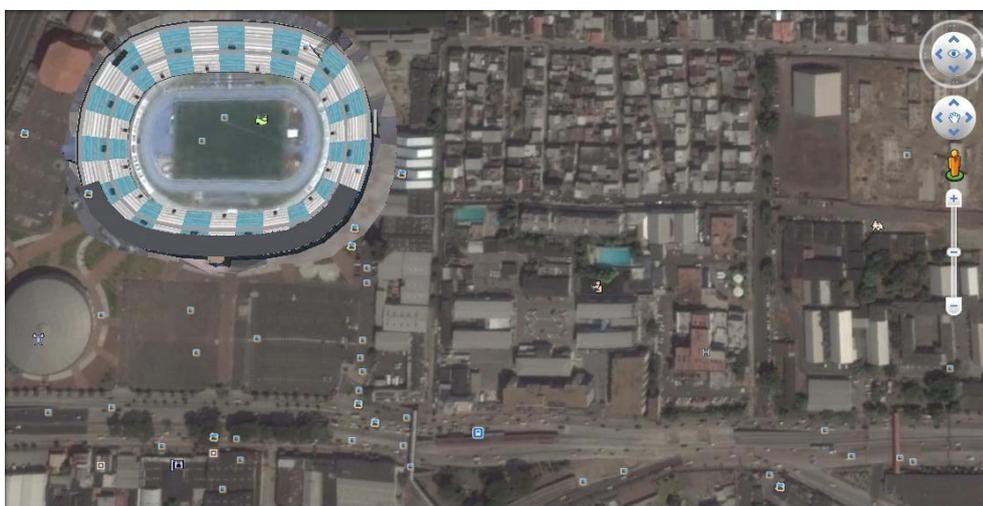
El evento sísmico del pasado 16 de abril afectó drásticamente las instalaciones de este importante edificio, que aporta significativamente a la seguridad nacional, por tanto este proyecto presenta mediante un análisis profundo, tres alternativas en su etapa de pre factibilidad , para el diagnóstico y rehabilitación de los muros de mampostería de la Unidad de Flagrancia de Guayaquil, permitiendo de esta forma convertir en funcional y operativa una inversión de 3,000,000.00 de dólares americanos partiendo de un edificio actualmente evacuado.

1.4 Ubicación

El presente proyecto de titulación se sitúa en la ciudad de Guayaquil en la Avenida de las Américas, en las instalaciones del antiguo cuartel modelo, entre el edificio de la Cooperativa de la Policía Nacional y de las instalaciones del Ministerio del Interior.



**Figura 1.2 Edificio de la Unidad de Fragancia en la Av. De las Américas antes del evento sísmico.
FUENTE: Diario La Republica**



**Figura 1.1 Vista Satelital de la zona en la se encuentra en el edificio
FUENTE: Google Earth**

1.5 Objetivos: General y Específicos

1.5.1 Objetivo General

Plantear alternativas de pre factibilidad que permita mejorar el desempeño sísmico del edificio de la Unidad de Flagrancia del Consejo de la Judicatura del Guayas, estableciendo las causas principales del daño ocasionado por el evento sísmico del 16 de Abril del 2016 mediante una evaluación y diagnóstico de la estructura que permita identificar los elementos estructurales y no estructurales afectados.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Identificar las causas relevantes que conllevaron el estado actual de la edificación y su respectiva evaluación y diagnóstico.
- Diferenciar las principales afectaciones que se requieren atender entre los elementos estructurales y no estructurales de la edificación.
- Determinar de forma efectiva mediante ensayos, la calidad actual del material principal de los elementos estructurales y no estructurales.
- Desarrollar alternativas de reforzamiento que potencien el comportamiento sísmico de la estructura.

CAPÍTULO 2

2. GEOMORFOLOGÍA DEL SITIO DE ESTUDIO

2.1 Geomorfología Regional

Ecuador y su clasificación en regiones costa, sierra, oriente e insular maneja una variada gama de formaciones geomorfológicas, el alcance de este estudio es presentar información relacionada a la costa ecuatoriana con el fin de expresar de lo general a lo específico, las características geológicas en la zona de estudio del presente proyecto.

Dos grupos sobresalen, sean estos las formaciones geológicas de origen marino y las de origen sublitoral-continental de la cuenca del Río Guayas y se ubican al oeste de la Cordillera de los Andes; se dividen en cuatro subcuencas: Golfo de Guayaquil, Cuenca de Manabí, Cuenca de Progreso y Cuenca de Borbón al norte. Esta disposición físico morfológica se desarrolló a lo largo del Terciario, misma que concomitante a ciclos sedimentarios regresivos, marinos

y transgresivos dieron lugar a grandes cuencas sedimentarias, en donde destacan arcillas, limos, areniscas y conglomerados de forma alternada¹.

Regionalmente son de relevancia tres formaciones, sean estas Piñón, Cayo y Guayaquil, de donde la primera se encuentra dispuesta sobre un basamento rocoso del tipo sustrato oceánico, desarrollándose en el Cretácico inferior período Aptiano-Albiano, entre tanto que en el cretácico superior se depositan estructuras rocosas sedimentarias y vulcano clásticas como turbiditas marinas y lutitas tobáceas; además litológicamente se constituyen de lavas basálticas, tobas y brechas volcánicas ².

Cayo es una formación que similarmente es constituida por un conjunto fuerte de rocas de origen volcano-clástico, por encima de la formación Piñón y por debajo de la Formación Guayaquil. Y se clasifica en tres miembros: siendo Calentura el miembro basal, Cayo SS y Guayaquil, litológicamente se constituye principalmente de lutitas calcáreas, lutitas tobáceas, limonitas de color café amarillento y areniscas tobáceas ³.

¹ Aldaz, 2012

² Celec, 2011

³ Janeth et al, 2005

2.2 Geología Local

Hace 30 años el miembro Guayaquil es categorizado como Formación, siendo su característica principal una secuencia monótona de lutitas silíceas con enriquecimiento secundario de nódulos de chert, de origen sedimentario se tiene depósitos de carácter aluvial, coluvial y estuarino, cuyo límite es la cordillera Chongón-Colonche, formando así la llanura marginal del Río Guayas. De este modo se describe a continuación de forma particular la morfoestructura correspondiente al caso de estudio.

2.2.1 Llanura aluvial de los ríos Babahoyo y Daule

En Guayaquil se presenta mayormente en el noreste, así como en los municipios de samborondón y Durán. Esta llanura se conforma por las cuencas hidrográficas de los ríos antes mencionados. Entre los cerros Las Cabras y El Carmen existentes en Durán y Guayaquil respectivamente, se tiene la confluencia de las cuencas que origina al río Guayas atravesando así los dos cerros. Siendo estos los límites visibles de lo que se denomina llanura aluvial, entre tanto que las geoformas asociadas a esta llanura son:

- Los cerros de la cordillera de Chongón Colonche
- El complejo Deltaico – Estuarino de la Ría Guayas

- Llanura de inundación parcial

De entre las cuales, el foco de el caso de estudio analizado en el presente proyecto es la llanura de inundación parcial, en donde se asientan conocidas ciudadelas de la urbe guayaquileña, tales como Garzota, Alborada, Atarazana, Fae, entre otras⁴; siendo de vital interés para el presente estudio, puesto que de este modo queda identificado la geomorfología del sector en el que está ubicado el edificio de la Unidad de Flagrancia.

2.2.2 Geología Local

El municipio de Guayaquil en su intención de organizar geolocalmente los espacios a lo largo de la considerable extensión urbana e industrial de la ciudad estableció la caracterización del tipo de suelo y el uso que se le asignará al mismo, siendo estos urbanizado, urbanizable y no urbanizable

Existen variedades de suelos según su geología en la ciudad de Guayaquil, lo que se origina por la combinación de ambientes geológicos, y la acción de la geodinámica externa a continuación, se menciona los distintos tipos de suelos:

- Aluviales

⁴ Janeth et al, 2005

- Coluviales
- Transportados
- Residuales
- Suelos Aluviales

Siendo los de este tipo el foco del caso de estudio, se tiene que, la cuenca del drenaje del río Guayas presenta principalmente este tipo de suelos, mismos que han sido depositados o transportados a lo largo y ancho de la zona plana que constituye la plataforma Daule-Babahoyo.

Estos terrenos conformados por lodos, arcillas, arenas sin compactación, limos cuya característica es el potencial fértil, se desarrolla a lo largo de la planicie, ingresando claramente en el macro dominio de la llanura aluvial mencionada en párrafos anteriores.

De este modo el presente estudio tiene la certeza de que la implantación del edificio se encuentra ubicado sobre una llanura aluvial correspondiente a los Ríos Daule-Babahoyo, limitado para originar su cuenca por los Cerros del Carmen y Las Cabras, y finalmente caracterizado el suelo geológicamente como suelos aluviales.

En función de este análisis en capítulos posteriores se detalla, el tipo de ensayos realizados para la verificación de estos datos, así como el proceso constructivo y materiales correspondientes a la cimentación del caso en estudio ⁵.

2.3 Sismicidad de la Zona

En referencia a resultados de estudios realizados se asignó la probabilidad de ocurrencia de un sismo de subducción con magnitud mayor a 6.0 en la escala de Richter, frente a la costa norte del país, en un rango de 10 años, entre 1989 y 1999, de forma interesante el 4 de agosto de 1998 se produjo un sismo en Bahía de Caráquez.

A partir de allí el historial de eventos telúricos data de los años 1906, 1956, 1958, 1979 y 1998 con igual o mayor magnitud, por tanto, se describe un alto índice en la probabilidad de ocurrencia. Cuyo origen se desarrolla en el proceso de subducción existente entre la placa de Nazca y la placa continental, producto de esta fricción genera deformaciones que se incrementan de forma continua, acumulando energía hasta que la roca se estrese hasta el límite de

⁵ Janeth et al, 2005

su resistencia, y en este estado límite sufrir el colapso catastrófico en función de un sismo de gran magnitud.

Según las estadísticas a lo largo de los últimos 500 años, el registro de sismicidad histórica del Ecuador detalla 128 terremotos ($10=MM$, en intensidades desde VI hasta XI) y 987 observaciones de efectos físicos con afectaciones tanto en el terreno como en las obras civiles, el catálogo histórico considera distancia de hipocentros menores a 40Km, en intervalos de magnitudes entre $5.9 < M_w < 8.8$, además de intensidad macro sísmica comprendida entre $VII < MM < XI$ donde MM se denomina a la escala macro sísmica de Mercalli ⁶.

En este período se registró sólo un terremoto superficial destructivo, el evento telúrico que tuvo su epicentro en Bahía de Caraquez el pasado 04 de agosto de 1998, entre tanto que el segundo es registrado 19 años después, cuyas consecuencias son de conocimiento mundial, el pasado 16 de abril del presente año afectando seriamente a la zona de estudio del presente proyecto, así como su mayor afectación se desarrolló en las provincias de Manabí y Esmeraldas.

⁶ Chunga et al

Environment Seismic Intensity Scale conocido como escala ESI-2007 mide solamente los efectos considerables en el terreno causado durante y después de un terremoto, se concluye en estudios de especialistas de la sismicidad en el litoral ecuatoriano. Para la región sur registra terremotos históricos en el orden de los 7.1 y 7.8, en febrero de 1959, y el 10 de diciembre de 1970, la inmersión estructural del plano de Benioffes de 4° a 5° entre tanto que bajo los Andes y de la cuenca de retroarco del oriente donde se desarrolla el caso de estudio alcanza una inclinación de 17°.

Por tanto, del análisis de isosistas se tiene que para la provincia de Esmeraldas se estiman rangos de intensidades máximas entre los VII y X, para Manabí en Pedernales, San Vicente, Flavio Alfaro, Rocafuerte se estima intensidad X. Finalmente válido para este proyecto en la provincia del Guayas, los cantones Guayaquil, Eloy Alfaro y Simón Bolívar se determina intensidad máxima de X⁷. Según estudios realizados por el IIFIUC de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil se determinó que en la ciudad de Guayaquil el periodo de retorno de eventos telúricos entre VIII y IX de intensidad es 85 y 235 años respectivamente ⁸.

⁷ Chunga et al

⁸ Argudo F., 2011

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA

El proceso de evaluación del hormigón reforzado es el factor fundamental del presente estudio, ya que mediante el mismo se determina las afectaciones presentadas en la estructura, así como las posibles causas o la combinación de estas causas para generar los daños expuestos. Una correcta evaluación en conjunto con óptima interpretación de resultados permitirá acertar en la intervención de la estructura.

El desarrollo del proceso se da de forma esquemática abordando pasos de forma secuencial, según ACI 364, se define dos tipos de investigaciones, una preliminar y una profunda ⁹, los cuales son trabajos casi siempre complejos y exhaustivos que requieren de personal especialista, en este caso asesoramiento de especialistas en campos de la ingeniería como geotecnia, estructuras, construcción, así como, tecnología y control de calidad del hormigón para definir su patología, complementariamente se debe analizar y

⁹ N.N., Metodología para la Evaluación y Diagnóstico de edificios de Concreto Reforzado, 2011

comprender aspectos de durabilidad, ambientes existentes y funcionalidad en servicio de la estructura.

Existen dos modalidades de informes, sean estos, reporte técnico de observaciones o reporte técnico detallado (observación, evaluación, y diagnóstico.)

Un documento que describe generalidades del proyecto, enlista observaciones relevantes, genera un plan de trabajo y su respectivo cronograma y las recomendaciones comprende un reporte técnico de observaciones, entre tanto que cuando este documento emite un juicio que obligatoriamente debe cumplirse basado en una inspección, mediciones, auscultación, ensayos específicos, y una evaluación estructural, se define entonces como un reporte técnico detallado.

3.1 Componentes preliminares para el Diagnóstico

La mayor cantidad de información existente recopilada a lo largo del tiempo se convierte en la base de la evaluación, esta describe las condiciones de la estructura, el alcance de las afectaciones aparentes o visibles, el objetivo principal en esta fase es introducir al escenario real al que está sometida la estructura y de este modo determinar inicialmente si hay necesidad de adelantar estudios más profundos o descartar la realización de los mismos.

Por tanto se recomienda que un estudio preliminar comprenda los siguientes tópicos:

Estudios de suelos. - Permiten esclarecer datos sobre las propiedades físicas y mecánicas, diferencias estratigráficas, capacidades portantes del suelo.

Memorias de cálculo de la estructura. - La verificación de las cargas para las cuales fue diseñada la estructura en comparación con la carga existente respecto del uso actual de la estructura, siendo la carga de diseño por lo general mayor.

Planos estructurales. - Dimensionamientos y refuerzos correctos de los elementos estructurales, y la identificación de elementos existentes.

Especificaciones de materiales. - La normativa se actualiza constantemente, por tanto la verificación del correcto material de las específicas características solicitadas se requiere.

Planos arquitectónicos. - Remodelaciones son habituales en edificaciones de más de una losa de entepiso, el caso de estudio fue sede de un cambio de uso en sus instalaciones.

Planos de Instalaciones. - El correcto funcionamiento de sus instalaciones, afecta o no indirectamente a los elementos estructurales y no estructurales existentes.

Libro de Obra. - Durante el proceso constructivo se generan eventos aislados, que pudieran afectar a la calidad de los materiales o los procesos constructivos en sus diferentes etapas, se verifica en este documento la existencia de estas observaciones.

En estructuras existentes, y en caso de ser estas de una edad considerable, se torna complejo la adquisición de esta información, en cuanto no se disponga de esta documentación, es mandatorio hacer uso de ensayos no destructivos, levantamientos de las dimensiones de elementos estructurales, no estructurales y espaciamientos en los ambientes respectivos de la edificación, localización del acero de refuerzo. Este es el caso del presente estudio, si bien es cierto se consiguió algunos documentos referentes al proyecto inicial, se procede en los siguientes capítulos al respectivo análisis de los resultados de los ensayos no destructivos ejecutados en la estructura.

Complementariamente se requiere de información en cuanto a las generalidades del proyecto inicial, la misma que fue expuesta en el capítulo anterior, finalmente en esta fase es necesario identificar el recurso para la

inspección, así como el personal necesario para el levantamiento para lo cual se tiene los siguientes equipos:

Cámaras fotográficas. - Requerida para el registro fotográfico de características físicas relevantes

Nivel de mano. - Identificar posibles desniveles en juntas constructivas, o niveles de elementos horizontales o verticales, que indiquen pandeos.

Cinta métrica. - Verificación de los acotamientos presentados en los planos arquitectónicos.

Comparador de fisuras. - Dimensionamientos en milímetros para la caracterización de fisuras existentes, así como las profundidades de las mismas.

Frascos y bolsas con cierre hermético. - Caracterización química de escombros y elementos relevantes, con el fin de mantenerlos en condiciones iniciales.

Escaleras, andamios. - Ejecución de ensayos y observaciones a distinto nivel para la respectiva identificación de daños

Equipos de Protección Personal. - Controlar los distintos ambientes y exposiciones de peligros, sean estos auditivos, respiratorios, visuales, espacios confinados, en caliente, eléctricos.

Martillos y Cincel. - Remoción de escombros y recubrimiento para la identificación del acero de refuerzo.

Ficha o formato de evaluación. - Fundamental para materializar los datos y efectuar el diagnóstico correcto de la estructura.

3.2 Inspección Visual

Para establecer el tipo de reparación y reforzamiento a implementar se realiza una inspección visual de la edificación llenando los campos de la ficha de evaluación tabla I ¹⁰, y posteriormente detallando en una ficha técnica los resultados más relevantes de los daños obtenidos, esta ficha técnica contará con los siguientes campos:

Obra: Nombre de la edificación a intervenir.

Dirección: Ubicación de la Obra en la ciudad.

¹⁰ Rodriguez et al, 2014

Uso Actual: Se detalla cual es el uso actual de la edificación.

Uso Original: Con qué fin fue diseñado la estructura inicialmente es importante para establecer el comportamiento estructural de la edificación.

Lesión: Se ubica una imagen en la que se aprecie el tipo de daño en la estructura.

Ubicación: Se detalla el lugar donde se encuentra la lesión.

Descripción: Se detalla brevemente cual es el tipo de daño que se encuentra.

Posibles causas: Se detalla los posibles factores que pusieron originar el daño.

Tratamiento: Se describe las acciones a tomar para la reparación del daño.

Observaciones: Aquí se anotan datos u observaciones que no se pueden apreciar en la imagen, así como información entorno al lugar afectado.

Tabla I Ficha de inspección Técnica de daños

Ficha Técnica de Daños	
Obra:	N° Ficha:
Dirección:	1
Uso actual:	Uso original:
Lesión:	
Imagen de la lesión	
Ubicación:	
Ubicación de la lesión dentro del inmueble (esquema)	
Descripción:	
Posibles causas:	
Tratamiento:	

Fuente: Propuesta de Rehabilitación Estructural Constructiva para la vivienda de la Familia Plaza Aveldaño, 2014

Tabla II Características comunes en edificaciones que necesitan reforzamiento

Características Aparente	Definición	Existente en edificio
Contaminación por polución	Partículas en el aire, fino (0.01 hasta 1micra) y grueso (1 micra hasta 1mm)	NO
Cultivo Biológico	Proliferación de microorganismos en la superficie del hormigón	NO
Meteorización	Sol, lluvia, viento variación de temperaturas	SI
Eflorescencias	Carbonatos, sulfatos, sales de calcio, metales alcalinos	NO
Decoloración y Manchado	Consecuencias de la meteorización, y eflorescencias	SI
Humedad	Presencia permanente de agua o fluidos en la superficie o interior del hormigón	NO (uso de impermeabilizantes)
Fisuras	Separación incompleta de 0 a 3 mm.	SI
Grietas	Separación incompleta mayor a 3 mm.	SI (posterior al evento telúrico)
Deflexiones	Resultado causado por esfuerzos de flexión debido a cargas impuestas	NO
Desplomes	Pérdida de alineamiento vertical de elementos estructurales, 0.002 veces su altura o menor a 7mm	NO
Fracturas y aplastamientos	Rotura del hormigón por eventos aislados	SI
Distorsión	Cualquier deformación	NO
Desgaste	Desprendimientos Superficiales	NO
Carbonatación	Producto de la hidratación del cemento liberado por Clinker	SI
Ataques Químicos	Contacto permanente que afecte al hormigón	NO
Descascaramiento	Desprendimiento superficial de forma laminar	NO
Ablandamiento de Masa	Pérdida de rigidez de la estructura de hormigón	NO
Pérdida de Resistencia	Debido a esfuerzos de flexión o compresión	NO
Hinchamiento	Expansión de la masa de hormigón	NO
Corrosión del acero de refuerzo	Reacción química entre acero y elementos naturales	NO (recubrimiento óptimo)
Corrosión de otros materiales	Oxidación destructiva de elementos metálicos	NO

Fuente: Autores

Las fichas técnicas desarrolladas para este proyecto se encuentran en los anexos, mediante estas se logró canalizar las principales fallas en la edificación y permitió establecer las reparaciones para el posterior reforzamiento de la misma.

En la tabla II se detallan las características comunes en edificaciones con problemas estructurales o que necesiten reforzamiento¹¹.

Con la ayuda de las fichas se pueden establecer mejor las patologías de los diferentes tipos de daños de la edificación, así como proponer las diferentes metodologías de rehabilitación que se detallaran en el Capítulo 4.

3.3 Auscultación de la estructura de Hormigón Armado – Métodos ASTM

Las características identificadas en las fases anteriores deben ser respaldadas mediante ensayos específicos en la estructura y sus miembros, estos ensayos se denominan no destructivos, con el fin de identificar los sitios críticos en la estructura, por lo que en el presente estudio se ejecutaron de forma sistemática los ensayos descritos a continuación.

¹¹ N.N., Metodología para la Evaluación y Diagnóstico de edificios de Concreto Reforzado, 2011.

3.3.1 Martillo de rebote o esclerómetro (ASTM C 805)

La efectividad de los ensayos no destructivos fue casi nula en sus inicios a pesar de varios intentos por evitar ensayos al hormigón que afecten su estructura o su superficie. Con el avance tecnológico el método del martillo de rebote desarrollado por Schmidt, encuentra una aplicación práctica dentro de un campo limitado.

El procedimiento tiene su base en el principio de elasticidad de los resortes, dependiendo directamente del rebote de una masa elástica constante que depende de la dureza de la superficie que recibe el impacto. En efecto la masa descrita es impulsada por un resorte con una cantidad fija de energía imprimida al extender el resorte hasta el tope, energía aplicada al presionar el émbolo contra la superficie del elemento a evaluar. Al soltarlo la masa rebota con el hormigón y se registra la distancia recorrida por la masa, se expresa como porcentaje de la extensión inicial del resorte, a esto se define como número de rebote, dependiendo este número de la masa y la energía del resorte.

Se requiere ciertas consideraciones durante el ensayo, respecto de las superficies del elemento estas deben estar lisas, de ser necesario frotar con piedra moladora hasta alcanzar el estado requerido, no es aplicable el ensayo en recubrimientos de cualquier tipo, o cuando es un elemento suelto.

Adicionalmente, la prueba es sensible a la composición del hormigón en sus agregados, principalmente del agregado grueso, puesto que si el martillo rebota exactamente en una partícula de agregado el número de rebote aumentará y caso contrario si existe un vacío el número de rebote disminuirá. Por tanto se requiere de entre 10 y 12 lecturas para obtener el valor promedio de las mismas y definir el número de rebote del elemento ensayado, aunque el error de la desviación estándar es mayor comparado con la extracción de núcleos, se optimiza el esfuerzo, tiempo y dinero.

El análisis de los resultados obtenidos permite determinar la dureza del hormigón, a pesar de que no existe una relación directa entre la dureza y la resistencia del hormigón, se puede identificar relaciones empíricas para hormigones similares, además el grado de saturación en la superficie o la carbonatación afecta mínimamente al resultado de los ensayos realizados. Finalmente se concluye que la prueba es netamente comparativa para el presente estudio al verificar la similitud en los resultados entre columnas y vigas del edificio se correlaciona a la calidad actual de los elementos estructurales.

3.3.2 Velocidad de pulso ultrasónico (ASTM C 597)

La representatividad de las probetas con respecto al elemento estructural a ensayar es muy baja, por su forma, homogeneidad, grado de compactación y curado, siendo estos sólo pocos de los factores que difieren entre ellos, por otra parte en el caso de la extracción de núcleos de hormigón para ser ensayados es excesivamente costoso para desarrollarlo en todo el caso de estudio, para esto existe otro ensayo no destructivo con la finalidad de determinar alguna propiedad del hormigón que se relacione con su resistencia, del mismo modo que el rebote esclerométrico es posible determinar la velocidad de pulso.



Figura 3.1 Ultrasonido Pundit Lab
Fuente: CIVILGEEK

Aunque efectivamente no existe relación directa alguna entre la velocidad de pulso y la resistencia del hormigón, en condiciones específicas la densidad del material es el factor común permitiendo correlacionarlas, si existiese un cambio en la densidad del hormigón consecuentemente habrá un cambio en la velocidad de pulso del mismo hormigón, del mismo modo si la densidad

aumenta debido al incremento de la relación agua cemento, entonces la resistencia del hormigón baja y también la velocidad del pulso.

Según el ASTM C 597 el ensayo determina la velocidad de propagación de un pulso de energía vibratoria que fluye atravesando un cuerpo sólido de hormigón. El fundamento de operación del equipo comprende dos transductores uno emite y otro recibe la vibración en su frecuencia resonante, un temporizador electrónico registra el tiempo que tarda la onda en salir del emisor atravesando el cuerpo de hormigón hasta que es receptado, la razón entre la longitud de camino directa entre los transductores y el tiempo del recorrido genera la velocidad del pulso a lo largo del hormigón, es necesario el uso de un fluido viscoso para acoplar los cuerpos.

Previo a la realización de la prueba es muy importante verificar los elementos a ser ensayados, puesto que existen tres formas de realizar el ensayo mediante mediciones directas, semidirectas e indirectas, para el caso actual se realizaron mediciones semidirectas debido a las dimensiones de las columnas ¹².

¹² CivilGEEK, 2011

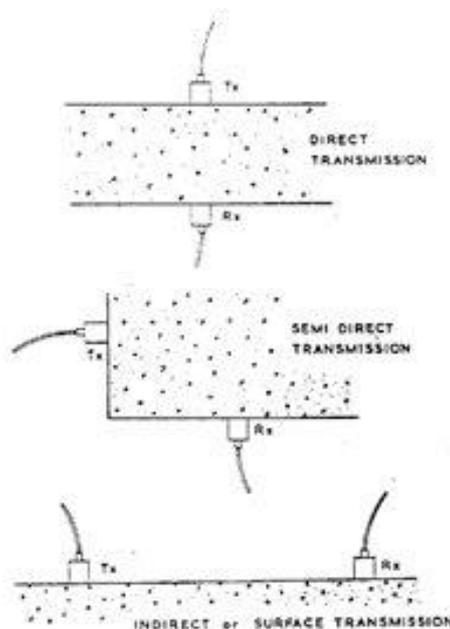


Figura 3.2 Posiciones de los electrodos en los ensayos no destructivos en la prueba de ultrasonido.
FUENTE: CivilGEEK

3.3.3 Métodos combinados

La confiabilidad de los ensayos realizados de forma independiente es menor en comparación con los ensayos relacionados entre sí, con el fin de determinar la fuerza del hormigón se establece una correlación multi-variable. Al tener un mismo factor influenciando ambos métodos, reduce el porcentaje de error generado de forma independiente elevando la confiabilidad de los resultados.

Se concluye que, un incremento en la velocidad del pulso generado por el aumento del contenido de agua, disminuye el número de rebote registrado por el martillo esclerométrico, la combinación de estos métodos es lo más

recomendable para estructuras existentes o en elementos prefabricados. Por tanto la forma más económica y con un alto grado de confiabilidad en sus resultados se basa en la combinación.

3.4 Análisis de Resultados

Los ensayos no destructivos se han convertido en el indicador óptimo respecto de la calidad del hormigón endurecido, es importante recalcar que no sustituyen los destructivos.

Las tablas de datos descritas a continuación detallan los resultados obtenidos de ensayar elementos estructurales, sean estos, columnas, mismas que fueron expuestas al ensayo de rebote esclerométrico y velocidad de pulso ultrasónico, entre tanto que el elemento estructural viga se ensayaron respecto del rebote esclerométrico exclusivamente.

Tabla III Valores Obtenidos del Esclerometro Planta Baja

Elemento estructural	Dirección de impacto	Min	Máx	Desv.	Promedio de Número de rebote	Ubicación del Ensayo
Columna 1	Horizontal	39	47	2.4	40.7	Este/1.5 m
Columna 2	Horizontal	33	42	3.1	38.3	Oeste/1.4m
Columna 3	Horizontal	33	45	3.9	36.6	Este/1.6 m
Columna 4	Horizontal	27	42	4.3	34.3	Este/1.3 m
Columna 5	Horizontal	35	43	2.8	38.6	Este/1.5 m
Cloumna BI	Horizontal	34	41	2.5	36.6	Este/1.5 m

FUENTE: Autores

Tabla IV Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico Planta Baja

Elemento estructural	Tipo de Medición	Hum (°C)	TA (°C)	Dist. (cm)	Tiempo (us)	Velocidad de Pulso (m/s)
Columna 1	Semidirecta	69	22.3	42	102.44	4100
Columna 2	Semidirecta	69	22.3	42	113.51	3700
Columna 3	Semidirecta	69	22.3	42	115.07	3650
Columna 4	Semidirecta	69	22.3	42	101.94	4120
Columna 5	Semidirecta	69	22.5	42	101.94	4120

FUENTE: Autores

Tabla V Valores Obtenidos del Esclerometro Primer Piso

Elemento estructural	Dirección de impacto	Min	Máx	Desv.	Promedio de Número de rebote	Ubicación del Ensayo
Columna 1	Horizontal	38	46	2.9	41.5	Oeste/3.4m
Columna 2	Horizontal	37	43	1.8	40.4	Oeste/3.5m
Columna 3	Horizontal	38	50	3.5	41.5	Este/3.3m
Columna 4	Horizontal	38	45	2.5	40.9	Este/3.0m
Columna 5	Horizontal	34	53	5.3	41.6	Oeste/3.7m
Columna BI	Horizontal	33	45	3.9	37.1	Este/3.2 m

FUENTE: Autores

Tabla VI Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en las columnas del Primer piso

Elemento estructural	Tipo de Medición	Hum (°C)	TA (°C)	Dist. (cm)	Tiempo (us)	Velocidad de Pulso (m/s)
Columna 1	Semidirecta	67	24.5	42	101.45	4140
Columna 2	Semidirecta	67	24.5	42	101.45	4140
Columna 3	Semidirecta	67	24.5	42	101.69	4130
Columna 4	Semidirecta	67	24.5	42	101.69	4100
Columna 5	Semidirecta	67	24.5	42	101.94	4120

FUENTE: Autores

Tabla VII Valores Obtenidos del Esclerometro de las columnas del Primer Piso

Elemento estructural	Dirección de impacto	Min	Máx	Desv.	Promedio de Número de rebote	Ubicación del Ensayo
Columna 1	Horizontal	38	48	2.6	42.1	Este/8.3m
Columna 2	Horizontal	38	46	2.9	43.1	Este/8.6m
Columna 3	Horizontal	26	43	4.5	39.7	Oeste/8.7m
Columna 4	Horizontal	39	46	2.9	43.2	Este/8.2 m
Columna 5	Horizontal	39	52	4.5	41.5	Oeste/8.4m
Columna BI	Horizontal	32	44	3.8	38.2	Oeste/8.5m

FUENTE: Autores

Tabla VIII Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en la columnas del Segundo piso

Elemento estructural	Tipo de Medición	Hum (°C)	TA (°C)	Dist. (cm)	Tiempo (us)	Velocidad de Pulso (m/s)
Columna 1	Semidirecta	69	24.5	42	101.08	4155
Columna 2	Semidirecta	69	24.5	42	101.45	4140
Columna 3	Semidirecta	69	24.5	42	101.08	4155
Columna 4	Semidirecta	69	24.5	42	101.69	4130
Columna 5	Semidirecta	69	24.5	42	-	-

FUENTE: Autores

Tabla IX Valores Obtenidos del Esclerometro en columnas del Tercer Piso

Elemento estructural	Dirección de impacto	Min	Máx	Desv.	Promedio de Número de rebote	Ubicación del Ensayo
Columna 1	Horizontal	30	44	3.5	39.3	Este/11.5m
Columna 2	Horizontal	38	45	2.8	40.1	Este/11.4m
Columna 3	Horizontal	39	45	3.1	42.5	Este/11.6 m
Columna 4	Horizontal	41	52	3.0	44.0	Este/11.3 m
Columna 5	Horizontal	39	54	3.5	44.0	Este/11.5 m
Columna BI	Horizontal	39	46	3.2	42.7	Este/11.5 m

FUENTE: Autores

Tabla X Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en columnas del Tercer piso

Elemento estructural	Tipo de Medición	Hum (°C)	TA (°C)	Dist. (cm)	Tiempo (us)	Velocidad de Pulso (m/s)
Columna 1	Semidirecta	69	24.5	42	100.72	4170
Columna 2	Semidirecta	69	24.5	42	100.96	4160
Columna 3	Semidirecta	69	24.5	42	100.72	4170
Columna 4	Semidirecta	69	24.5	42	100.74	4170
Columna 5	Semidirecta	69	24.5	42	100.98	4160

FUENTE: Autores

Tabla XI Valores obtenidos en campo del Esclerometro en vigas en la planta baja.

Elemento estructural	Dirección de impacto	Min	Máx	Desv.	Promedio de Número de rebote	Ubicación del Ensayo
Viga 1	Vertical	42	53	3.0	46	Norte/1.5 m
Viga 2	Vertical	41	52	3.0	45.9	Sur/1.4m
Viga 3	Vertical	39	54	3.5	45.9	Sur/1.6 m
Viga 4	Vertical	43	51	2.6	46.1	Sur/1.3 m
Viga 5	Vertical	42	54	3.6	46.1	Norte/1.5 m
Viga BI	Vertical	38	47	3.0	44.1	Norte/1.5 m

FUENTE: Autores

Tabla XII Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en vigas del Primer piso

Elemento estructural	Dirección de impacto	Min	Máx	Desv.	Promedio de Número de rebote	Ubicación del Ensayo
Viga 1	Vertical	38	49	3.7	43.6	Norte/3.4m
Viga 2	Vertical	45	53	2.6	46.9	Norte/3.5m
Viga 3	Vertical	39	51	3.6	43.4	Sur/3.3m
Viga 4	Vertical	38	47	3.0	44.1	Sur/3.0m
Viga 5	Vertical	43	50	2.0	45.8	Sur/3.7m
Viga BI	Vertical	39	51	3.6	43.0	Sur/3.2 m

FUENTE: Autores

Tabla XIII Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en vigas del Segundo piso

Elemento estructural	Dirección de impacto	Min	Máx	Desv.	Promedio de Número de rebote	Ubicación del Ensayo
Viga 1	Vertical	42	48	2.3	45.3	Sur/8.3m
Viga 2	Vertical	42	50	2.4	45.3	Sur/8.6m
Viga 3	Vertical	38	47	3.2	44.2	Norte/8.7m
Viga 4	Vertical	45	50	3.2	45.1	Sur /8.2 m
Viga 5	Vertical	45	53	2.6	47.1	Norte/8.4m
Viga BI	Vertical	42	50	2.4	45.1	Norte/8.5m

FUENTE: Autores

Tabla XIV Valores obtenidos en campo del pulso ultrasónico en vigas del Tercer piso

Elemento estructural	Dirección de impacto	Min	Máx	Desv.	Promedio de Número de rebote	Ubicación del Ensayo
Viga 1	Vertical	45	53	2.5	48.1	Norte/11.5m
Viga 2	Vertical	38	47	3.1	44.2	Norte/11.4m
Viga 3	Vertical	38	50	3.2	44.1	Sur/11.6 m
Viga 4	Vertical	45	53	2.6	46.5	Sur/11.3 m
Viga 5	Vertical	42	48	2.3	45.1	Sur/11.5 m
Viga BI	Vertical	45	53	2.5	48.1	Sur/11.5 m

FUENTE: Autores

Respecto al análisis e interpretación de los resultados expuestos según al ACI, se tiene la base fundamental en tablas obtenidas de forma experimental en donde se comparan los resultados obtenidos del presente estudio.

En cuanto al ensayo de rebote del esclerómetro se verifican dos condiciones principalmente, sean estas, el origen de los agregados y el estado de la superficie al momento de realizar el ensayo; por tanto aplica la gráfica para agregados provenientes de calizas y aquellos en que su superficie está seca, con la finalidad de evaluar la calidad, dureza e uniformidad del hormigón se establece comparando el número de rebote promedio obtenido de las diez muestras representativas, respecto del ábaco indicador de la dureza, es importante destacar que no determina la resistencia del hormigón sino su grado de dureza.

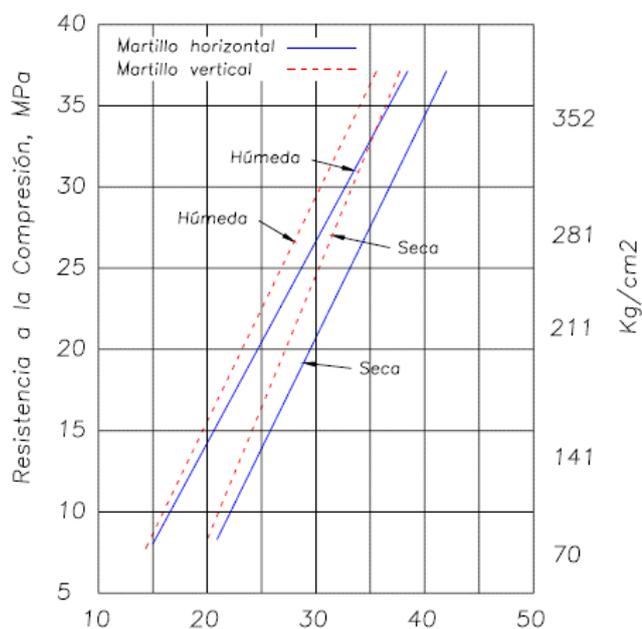


Figura 3.3 Relación entre la Resistencia de la compresión de los cilindros y el número de rebote.

Fuente: Céspedes, 2003

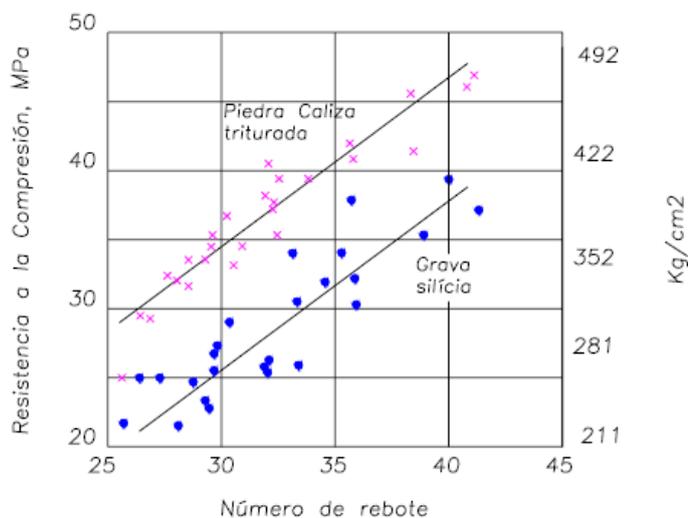


Figura 3.4 Relaciones entre la Resistencia a la compresión y el número de rebote en cilindros
FUENTE: Céspedes, 2003

Con la consideración de que al realizar el ensayo con una dirección de impacto vertical los valores son relativamente mayores a cuando este ensayo se realiza con dirección de impacto horizontal, se puede concluir que para el caso más crítico que son las columnas el grado de dureza del hormigón endurecido llega a 45 MPa evidenciando notable dureza por tanto el desempeño sísmico de los elementos estructurales ha sido favorable. Por otro lado estadísticamente la variabilidad existente entre los promedios de los números de rebote, en todos los elementos estructurales, es mínima; generando un rango entre 37 y 48 rebotes, cuya media es de 42.5 rebotes, siendo este aspecto garante de uniformidad, segunda característica a inferir, en este ensayo, es decir el

hormigón armado empleado para la estructura cumple favorablemente a condiciones de dureza y uniformidad.

En cuanto a los resultados obtenidos por el ensayo de la velocidad de pulso ultrasónico, se permite evaluar en el hormigón condiciones de homogeneidad, existencia de fisuras, oquedades o ratoneras, es decir, finalmente permite inferir condiciones de calidad en el hormigón.

Con un mínimo de 3 lecturas del tiempo de propagación de la onda y la validación de su promedio, junto con la distancia de la onda, misma que es obtenida mediante el cálculo elemental del teorema de Pitágoras para el caso de mediciones semidirectas, se origina el valor de la velocidad de pulso, siendo este el parámetro resultante de este ensayo, es importante destacar que el equipo expulsa datos de tiempos en microsegundos, y las distancias en función del instrumento de medición, sin embargo por factores de conversión se tiene la velocidad en unidades de metros por segundos para el respectivo análisis e interpretación de datos en las tablas de distintos autores descritas a continuación.

Tabla XV Clasificación de la calidad del hormigón por medio de la velocidad de onda según Leslie y Cheesman

Velocidad de la onda longitudinal (m/s)	Condición del Hormigón
Secciones T reforzado con unidades de anclajes de hormigón reforzado	De 4360 - 4570
Pórticos de edificios de hormigón Reforzado	4110
Losas de entrepiso	4720

FUENTE: CivilGEEK

Tabla XVI Velocidad mínima de pulso ultrasónico en estructuras típicas

Velocidad de la onda longitudinal (m/s)	Condición del Hormigón
Entre (3650 – 4570)	Buena / Excelente
De 3050 a 3650	Regular / Dudosa
De 2130 a 3050	Pobre
Menor a 2130	Muy Pobre

FUENTE: CivilGEEK

Por tanto en función de estas tablas de Leslie y Cheesman o de Agraval que no difieren entre sí, sino en la nomenclatura usada para la clasificación de la condición del hormigón se puede inferir que el hormigón endurecido existente en la estructura sometida al presente estudio presenta una garantía de homogeneidad en sus elementos estructurales así como refleja la intrascendencia de fisuras, ausencia de oquedades debidos a un mal confinamiento en el vertido del hormigón, así como permite descartar la existencia de ataques bioquímicos a la estructura ya que las velocidades del pulso ultrasónico obtenido como resultado de los varios ensayos califica al hormigón de excelentes condiciones.

La combinación de estos métodos permite potenciar la confiabilidad de los ensayos de forma aislada, en general no se obtuvo el desempeño sísmico adecuado para las instalaciones de una edificación del nivel de aporte a la seguridad ciudadana que representa la Unidad de Flagrancia que actualmente está evacuada por no presentar las condiciones de serviciabilidad mínima.

3.5 Diagnóstico Estructural

Una vez recopilado toda la información previa se procede al registro de los datos relevantes mediante el uso de una ficha desarrollada por la CENAPRED¹³, en la cual resumen todos los aspectos importantes a tomar en consideración al momento de evaluar los daños en las estructuras debido a eventos sísmicos. La ficha técnica completa se encuentra en los anexos.

Con las fichas y el resultado de los ensayos de los elementos estructurales se puede llegar a la conclusión que los elementos de la estructura principal se encuentran en buen estado y el hormigón empleado es de buena calidad, sin embargo los daños en la edificación son de índole no estructural, es decir la mampostería, ductos y acabados fueron los más afectados por el sismo, esto sucede cuando el nivel de desempeño sísmico no es el adecuado para

¹³ Cárdenas A. et al, 2011

edificación, puesto que el epicentro del sismo ocurrió aproximadamente a 300 km del edificio.

La mampostería en el edificio no es reforzada, y en general los daños sufridos fueron por falla de cortante en los muros, además de la poca adherencia entre los elementos principales y las paredes. En base a lo descrito anteriormente se determinó que además de la reparación de los elementos afectados es importante reforzarlos para que en eventos sísmicos futuros la edificación tenga un comportamiento dúctil y pueda absorber mejor los esfuerzos y mitigar los daños, ya que como se mencionó en capítulos previos el edificio es de gran importancia para la seguridad ciudadana.

CAPÍTULO 4

4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

En base al diagnóstico desarrollado en el capítulo anterior se determinó que la estructura principal no está comprometida, sin embargo los elementos no estructurales como mampostería, instalaciones de climatización entre otros se vieron afectados.

Con la finalidad de cumplir con el objetivo principal de este proyecto se reparará la mampostería afectada para realizar un reforzamiento posterior de la mismas, para el reforzamiento se plantearán cuatro alternativas que se analizarán en el capítulo cinco, con el fin de determinar cuál es la mejor opción para el proyecto.

4.1 Alternativa 1: Reforzamiento de mampostería con mallas electrosoldadas y mortero proyectado.

Esta técnica ha sido empleada en diversos países a nivel de Latinoamérica especialmente en aquellos países que se ven afectados por sismos tales como México, Colombia, Perú, entre otros.

Este tipo de refuerzo no requiere de mano de obra calificada, ni supervisión de las mismas por parte de un especialista. Según experimentos realizados por la Sociedad mexicana de Ingeniería Estructural este sistema de rehabilitación aumenta considerablemente la rigidez, resistencia y capacidad de deformación de las paredes. En promedio la resistencia se triplica con este tipo de reforzamiento ¹⁴.

A pesar de que se indicó que no se requiere un conocimiento técnico para realizar este tipo de intervención, mediante los diferentes estudios realizados se han logrado obtener ecuaciones conservadoras de cálculo de refuerzo. Estas fueron desarrolladas por el comité de la NTCM, en las cuales se obtiene la resistencia del muro de mampostería más la malla de refuerzo de acuerdo a la siguiente expresión:

$$V_{mR} = F_R(0.5v_m * A_T + 0.9P) \leq 1.5F_Rv_m * A_T \quad (1)$$

$$V_{sR} = F_Rv_m\eta\rho_h f_{yh}A_T \quad (2)$$

Donde

F_R factor de resistencia;

¹⁴ Flores et al, 2004

P	Carga vertical sobre el muro;
v_m^*	resistencia a la compresión diagonal de la mampostería;
A_T	Área transversal del muro (área en planta = longitud por espesor del muro, se incluye la longitud de los pilaretes).
p_h	Cuantía de acero proporcionada por los alambres horizontales de la malla;
f_{yh}	Esfuerzo de fluencia de la malla; y
η	Factor de eficiencia.

La ecuación 1 es la contribución del muro de mampostería y la ecuación 2 la contribución de la malla de alambre soldado.

El valor teórico de la eficiencia η , está dado por la expresión (ec. 3) según las NTCM.

$$\eta = 1.4 - 4p_h f_{yh} / 30; \quad 0.2 \leq \eta \leq 0.6 \quad (3)$$

En el caso de mampostería dañada es preciso señalar que se debe considerar un porcentaje de la resistencia original para el uso de las expresiones

anteriores, esta se la obtiene de la recuperación del muro por medio del relleno de grietas y reconstrucción de los pilaretes en los muros afectados.

El refuerzo se lo debe realizar en todo el muro de mampostería con la malla electrosoldada, la misma estará anclada al muro mediante pernos pasantes ubicadas cada 50cm ¹⁵.

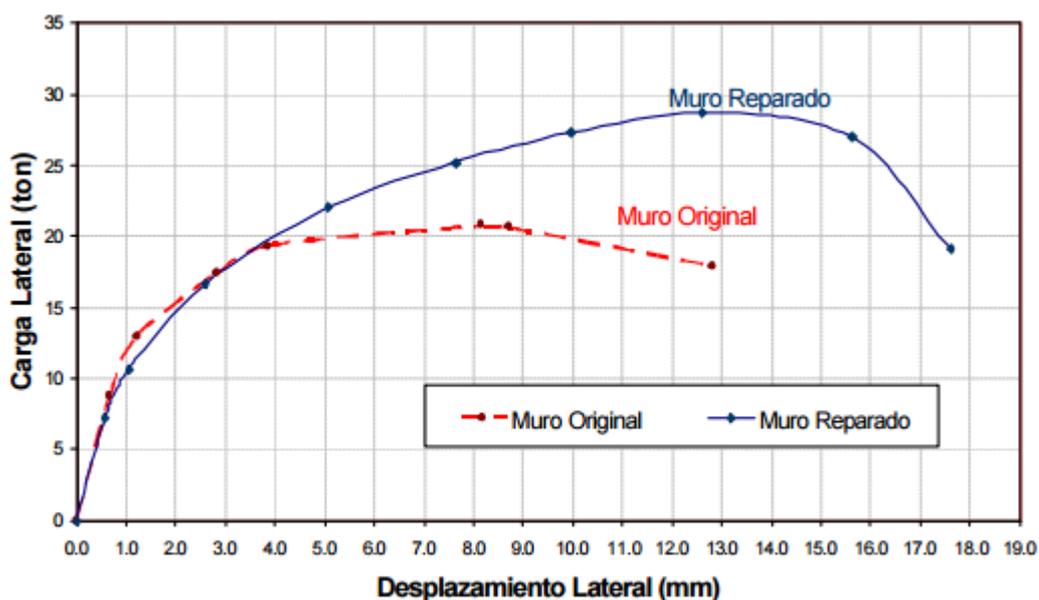


Figura 4.1 Proceso de reparación para el reforzamiento del muro con malla electrodoldada.

FUENTE: Reparación de un muro de albañilería confinada

¹⁵ Navarro, Quiroz, 2012.

En otro estudio realizado por la Pontificia Universidad Católica del Perú donde el objeto de estudio era el comportamiento de un muro reforzado con malla electrosoldada que había fallado previamente por la acción de una fuerza cortante, se determinó que la capacidad del muro aumento sustancialmente, en la figura 4.1 se puede apreciar la resistencia del muro reforzado con malla electrosoldada versus el muro sin reforzar. La mampostería reforzada empezó su proceso de falla ante un desplazamiento de 14mm, mientras que el muro original lo hizo a partir de los 9mm.



Gráfica 4.1 Carga Lateral vs desplazamiento lateral
FUENTE: Reparación de un muro de albañilería Confinada

También se observó que la resistencia a la carga lateral que se vio aumentada en un 40%, favoreciendo al comportamiento sísmico del muro de mampostería, además de recuperar el 85% de la rigidez lateral respecto al

muro original, esto significa que si se requiere reparar un edificio y los elementos principales requieren refuerzo, estos van a necesitar una adición mínima de elementos estructurales (por ejemplo, placas de concreto armado).

4.2 Alternativa 2: Reforzamiento con FCRP (Fibra de Carbono Reforzada con Polímeros)

La idea de buscar materiales que logren sustituir a los tradicionales en el área de la construcción tales como hormigón, acero y madera ha permitido el desarrollo de nuevos materiales que presenten similares o mejores características mecánicas tales como resistencia al impacto, corrosión y ataques químicos, además de ser fuerte y ligero. Ese es el caso de los materiales compuestos que cumplen con los requerimientos descritos anteriormente. Dichos materiales son combinaciones macroscópicas de dos o más materiales diferentes mediante procesos químicos sofisticados y que poseen una interfase reconocible que las separa¹⁶.

Los materiales compuestos se pueden distinguir en dos componentes bien diferenciado conocidos como “matriz” y “refuerzo”. La matriz es la fase continua en la cual el refuerzo queda embebido y puede ser de tres tipos: polímeros, metales y cerámicos; Por otra parte se tiene que los refuerzos son

¹⁶ Stupenengo F., 2011

la fase discontinua que se agrega a la matriz con el objetivo de añadirle propiedades que no posee, estos pueden ser: vidrio, carbono y aramídic.

En la actualidad los materiales compuestos tienen diversas aplicaciones por ejemplo en el sector del transporte, aeronáutica y desde mediados del siglo pasado en el sector de la construcción de estructuras, posteriormente usado en la reparación y reforzamiento estructural. Originalmente se usaron con fines estéticos, pasando luego a formar parte de las estructuras civiles, aplicaciones de reparación estructural y arquitectónico.

Existen diferentes tipos de refuerzo con polímeros, entre los principales tenemos el cemento reforzado con fibra de sus siglas en inglés GRC (Glass Fiber Reinforced Cement), los polímeros reforzados con fibras de aramida de origen orgánico (AFRP) y el polímero reforzado con fibra de carbono (FCRP). Estos se usan de diferente manera, el GRC se lo usa como refuerzo en el hormigón fresco al ser incorporado en la mezcla, ya que está compuesto en su matriz con mortero de cemento y fibras de vidrio, por otro lado el AFRP se usa como refuerzo mediante armadura interna y el FCRP se lo emplea como armadura externa¹⁷.

¹⁷ Rosero L., 2013

Estos materiales como se mencionó anteriormente se los usa en el reforzamiento de estructuras, en el caso de estudio de este trabajo se propone usar el FCRP ya que presenta características mecánicas que se alteran en presencia de humedad, disolventes, ácidos o bases, etc. favoreciendo al contacto directo con el hormigón por un tiempo prolongado.

En el mercado ecuatoriano existen dos productos a base de fibra de carbono distribuidos por la empresa SIKA, estos son: Sika CarboDur que son platinas dispuestas en rollos y SikaWrap que son tejidos; ambos son de aplicación externa, es decir van a ir adheridos o anclados a la superficie de hormigón.

4.2.1 Platinas de Carbono

Las platinas de carbono Sika CarboDur resulta de una combinación de una matriz de resina epóxica con una combinación de fibras de carbono que tienen en dirección de la fibra una resistencia y rigidez muy altas, así como un comportamiento muy bueno a la fatiga. La colocación de la platina debe realizarse conforme a la dirección de solicitación.

En la figura 4.2, se muestra las diferentes posiciones en las que se puede disponer llegando a tener un mejor comportamiento las láminas dispuestas en la posición diagonal ya que se puede tener un incremento de la resistencia del

muro hasta un 70%, además de reducir los esfuerzos cortantes considerablemente¹⁸.



Figura 4.2 Formas de colocar la lámina de FCRP para el refuerzo de muros de mampostería

FUENTE: Experimental investigation of masonry panels externally strengthened with CFRP laminates and fabric subjected to in plane shear load. Vancouver Canadá.

Las platinas pueden encontrarse en rollos de longitud entre 100 y 500 m, espesores entre 1.2 y 1.4 mm y un ancho entre 50 y 100 mm. Según el ACI 440R-96 los FRP son anisótropos y su composición determina la capacidad resistente del sistema. Su diagrama de esfuerzo deformación no presenta incursión en el rango plástico por lo que se consideran materiales perfectamente elásticos hasta la rotura.

Existen diferentes tipos diferentes del Sika Carbodur, como se ilustra en la tabla XVIII, Las platinas Tipo S, XS y M se utilizan para el reforzamiento de

¹⁸ Santa et al, 2004

elementos de hormigón en cambio la platina tipo UH se lo usa en el refuerzo de elementos de madera.

Tabla XVII Propiedades Mecánicas de las láminas Sika CarboDur

Propiedad Mecánica	TIPO S	TIPO M	TIPO UH	TIPO XS
Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	>1.650.000	2.100.000	>4.000.000	>1.650.000
Resistencia a la tracción* (kg/cm ²)	>28.000	>28.000	>18.000	>22.000
Valor medio de resistencia a la rotura*	31.000	31.000	19.000	24.000
Deformación Unitaria a rotura*	>1,7%	>1,35%	>0,45%	>1.35%
Densidad	1.5 gr/cm ³	1.6 gr/cm ³	1.6 gr/cm ³	

(*) Las propiedades mecánicas corresponden a la dirección longitudinal de la fibra

FUENTE: Hoja Técnica Sika CarboDur – Sikadur 30

Este tipo de refuerzo ha demostrado aumentar rigidez en muros y disminuir el espesor y extensión de las fisuras, en consecuencia la falla por corte disminuye¹⁹.

¹⁹ N.N.. Técnicas de Reforzamiento de Mampostería.

4.2.2 Tejidos de Fibra de Carbono

El SikaWrap es un tejido unidireccional de fibra de carbono. El material es saturado en el sitio mediante un epóxico y es colocado en capas para conformar un sistema compuesto.

Este posee una ventaja marcada sobre las platonas Sika CarboDur ya que son flexibles y pueden rodear mejor los elementos estructurales, tal como se muestra en la figura 4.3



Figura 4.3 Colación de tejidos de FRP

FUENTE: Reforzamiento de estructuras de Hormigón armado con FRP. Aplicación al caso de refuerzo de una losa y columnas de un salón de audiovisuales y un auditorio.

Los tejidos del SikaWrap tienen entre el 95% y 98% de las fibras en dirección longitudinal y entre el 2% al 5% en la dirección transversal. Los tejidos son de

un espesor entre 0.3 y 1mm, con un gramaje de 200 a 800 g/m³ con anchos entre 30 y 60 cm, en rollos de 40 a 100 m de longitud.

Dependiendo de la orientación de las telas estas pueden ser fuertes en una dirección determinada o en todas las direcciones, si se quiere obtener el máximo beneficio se debe entretejer las fibras en la dirección de las tensiones.

Al igual que el Sika CarboDur para pegar los tejidos a los elementos de hormigón se requiere utilizar resinas epoxi fluidas esto con el fin de que las fibras de tejido queden impregnadas permitiendo a la resina fluya a través de las fibras de tejido.

4.2.3 Ventajas y Desventajas

Los materiales compuestos presentan diversas ventajas, alguna de ellas mencionadas previamente, sin embargo como todo material también presentan desventajas frente a los materiales convencionales, razón por la cual algunas veces no es conveniente realizar el refuerzo y limitar su uso. En la tabla XVIII se ilustran las ventajas y desventajas relevantes de este tipo de materiales.

Tabla XVIII Ventajas y desventajas de los materiales compuestos versus los materiales convencionales de construcción

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tienen densidades bajas (1.5-2.5 g/cm ³), por lo tanto como refuerzo no aporta peso adicional a la estructura.	Alto costo en materia prima
Incrementa la resistencia sustancialmente	Aumento de rigidez mínimo
Presenta buenas propiedades mecánicas como resistencia a la corrosión, ambientes agresivos	Se debe tener mucho cuidado en el momento de la instalación ya que se puede desprender la lámina o tejido por concentraciones de esfuerzos.
Fácil transporte, manejo e instalación debido a su flexibilidad y bajo peso	Las láminas no pueden ser dobladas en obra, cosa que si puede hacer con los tejidos.
Rápido tiempo de ejecución en obra, además de no necesita de un amplio espacio de trabajo.	Antes de usar las fibras como refuerzo sísmico se debe realizar un análisis de la estructura ya que las diferentes solicitaciones pueden causar el desprendimiento de la lámina.

FUENTE: Autores

Por lo anteriormente descrito se plantea para este caso de estudio emplear las láminas del Sika CarboDur ya que se adaptan mejor a las condiciones del proyecto.

4.3 Reforzamiento con Malla de Polímeros

Este tipo de reforzamiento es similar al refuerzo con malla electrosoldada descrito anteriormente. Esta técnica tiene como característica disipar la

energía proveniente de la acción sísmica, reduciendo el nivel de daño del muro de mampostería.

La forma triangular de la malla ayuda a distribuir las fisuras en ambas direcciones diagonales, aumentando la ductilidad de la mampostería, reduciendo así la fragilidad de los muros no confinados ²⁰.

Una ventaja de este método es la flexibilidad de la malla en comparación con la malla electrosoldada que es rígida, esto permite tener continuidad en las esquinas sin tener que cortar la malla. Sin embargo hay que dejar la suficiente longitud de traslape con los elementos de hormigón armado para evitar el desprendimiento.

²⁰ N.N., Técnicas de Reforzamiento de Mampostería

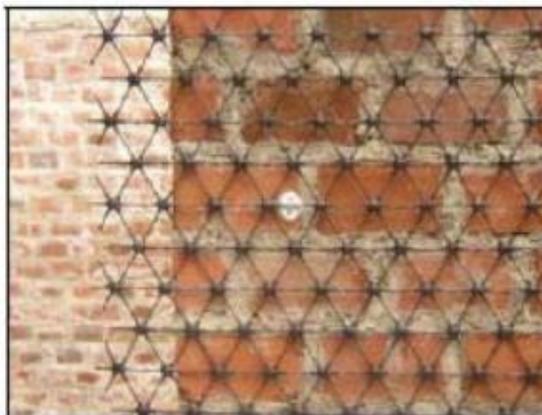


Figura 4.4 Muro de mampostería reforzada con malla de polímeros

FUENTE: Refuerzo de muros y tabiques de albañilería con mallas de polímero.

4.4 Reforzamiento con varillas de fibra de vidrio

Este método consiste en reforzar los muros de mamposterías por la inclusión de varillas de fibra de vidrio (GFRP) entre los bloques cada dos hileras tal como se muestra en la figura 4.5. En un estudio realizado por la PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ se ensayó un muro reforzado con fibras de vidrio después de que el mismo fue afectado por fuerza cortante, se concluyó que para que el refuerzo tenga un comportamiento adecuado, se debe reparar el muro previamente de una manera adecuada, dependiendo del nivel de daño se pueden emplear las recomendaciones ilustradas en la Tabla A1²¹.

²¹ San Bartolomé, Loayza

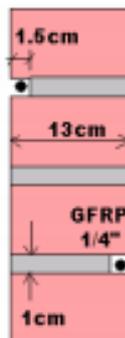


Figura 4.5 Ubicación de varillas de fibra de vidrio
FUENTE: Reparación y Re0forzamiento con varillas de fibra de vidrio en un muro de Albañilería Confinada. (San Bartolomé, Loayza).

Este proceso de rehabilitación no necesita recuperar la superficie como algunos de los métodos anteriores, ya que las varillas se colocan en las juntas horizontales, además de tener buenas propiedades mecánicas, mantiene el espesor original de la pared y tiene una alta resistencia a la corrosión.



Figura 4.6 Proceso de colocación de varillas de fibra de vidrio en los muros de mampostería
FUENTE: Comportamiento Sísmico de Tabiques reforzados con varillas de Fibra de Vidrio.

En la figura 4.6 se muestra parte del proceso de refuerzo con varillas de fibra de vidrio, para poder rehabilitar una estructura con fibras de vidrio se deben seguir los siguientes pasos:

- Realizar una ranura a lo largo de las juntas horizontales (mortero).
- Limpiar lo zona con aire comprimido.
- Aplicar una capa de epóxico.
- Se coloca la varilla en la junta.
- Finalmente se enrasa el epóxico.

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En base a los métodos descritos en el capítulo anterior se analizarán diferentes criterios de selección para determinar la alternativa más adecuada para el proyecto, entre estos se debe tomar en cuenta que la edificación es de importancia y forma parte del sector estratégico del Ministerio del Interior y el Consejo de la Judicatura del Estado Ecuatoriano, razón por lo cual es relevante el tipo de reparación a implementar ya que se debe recuperar la mampostería y reforzarla con el fin de mejorar la rigidez de la estructura, y así tener una edificación con un mejor desempeño sísmico.

El criterio de selección de las alternativas se la realizó a partir de los siguientes parámetros:

- Costo de Obra
- Tiempo de Ejecución
- Disponibilidad de materia prima

- Comportamiento Estructural

No se contemplan aspectos ambientales ya que en desarrollo de las alternativas ninguna afecta considerablemente al ambiente, sin embargo se realizó un análisis mediante la matriz VIA en la sección 6.4.9 y 6.4.10 respectivamente.

De acuerdo a los criterios antes mencionados se resumen las principales características en la tabla XXVIII, comparando los diferentes campos respecto a cada método. Para seleccionar la alternativa a desarrollar en el proyecto se harán tablas de valoración del 1 al 10, correspondiendo 1 a la mínima nota y 10 a la máxima respectivamente.

5.1 Criterios de Selección de Alternativas

5.1.1 Costo de Obra.

Uno de los tópicos principales a considerar es el costo que va a tener la ejecución del proyecto, debido a que el edificio es del Sector Público hay que tomar en cuenta los presupuestos con los que cuente la entidad. Por tanto la alternativa con un costo de inversión inferior tendrá una mejor puntuación.

Tabla XIX Matriz de selección de alternativas-Costos de Obra

	COSTO	PUNTUACIÓN
Alternativa 1	\$ 440,248.48	10
Alternativa 2	\$ 850,136.90	2
Alternativa 3	\$ 788,012.58	4
Alternativa 4	\$ 459,224.08	8

FUENTE: Autores

5.1.1.1 Presupuesto Referencial Alternativa 1

Tabla XX Presupuesto Referencial Alternativa 1					
TRABAJO DE TITULACIÓN - ALTERNATIVA 1					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
REPARACION Y REFORZAMIENTO DE LA UNIDAD DE FLAGRANCIA UBICADA EN LA AV. DE LAS AMERICAS					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	P. TOTAL
REPARACIONES					261,298.41
1.01	Picoteada de pared	m2	2,411.59	1.52	3,665.62
1.03	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2	m2	87,639.48	1.86	163,009.43
1.04	Reparación de anclajes tipo I	u	451.00	13.98	6,304.98
1.05	Reparación de anclajes tipo II	u	328.00	39.10	12,824.80
1.06	Reparación de grietas diagonales en mampostería	u	538.00	30.78	16,559.64
1.07	Demolición de mampostería	m2	2,172.60	1.04	2,259.50
1.08	Pared de Bloque de hormigón (14x19x39)	m2	2,172.60	25.72	55,879.27
1.09	Desalojo de Materiales (10 km)	m3-km	2,208.80	0.36	795.17
REFORZAMIENTO MAMPOSTERIA					141,295.41
2.01	Colocación de Malla electrosoldada Ø5mm , 20 x 20 cm	m2	2,411.59	24.63	59,397.46
2.02	Perforación y ajuste de Anclajes	u	14,470.00	0.76	10,997.20
2.03	Proyección de mortero	m2	2,411.59	28.64	69,067.94
2.04	Regleado y Paleteado	m2	2,411.59	0.76	1,832.81
ACABADOS					37,654.66
3.01	Pintura Exterior	m2	1,633.20	5.87	9,586.88
3.02	Pintura Interior	m2	2,411.59	4.64	11,189.78
3.03	Reinstalación de tumbado	m2	2,900.00	5.82	16,878.00
PRECIO TOTAL					440,248.48

FUENTE: Autores

5.1.1.2 Presupuesto Referencial Alternativa 2

Tabla XXI Presupuesto Referencial Alternativa 2					
TRABAJO DE TITULACIÓN - ALTERNATIVA 2					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
REPARACION Y REFORZAMIENTO DE LA UNIDAD DE FLAGRANCIA UBICADA EN LA AV. DE LAS AMERICAS					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	P. TOTAL
REPARACIONES					257,624.32
1.03	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2	m2	87,639.48	1.86	163,009.43
1.04	Reparación de anclajes tipo I	u	451.00	13.98	6,304.98
1.05	Reparación de anclajes tipo II	u	328.00	39.10	12,824.80
1.06	Reparación de grietas diagonales en mampostería	u	538.00	30.78	16,559.64
1.07	Demolición de mampostería	m2	2,172.60	1.04	2,259.50
1.08	Pared de Bloque de hormigón (14x19x39)	m2	2,172.60	25.72	55,879.27
1.09	Desalojo de Materiales (10 km)	m3-km	2,185.27	0.36	786.70
REFORZAMIENTO MAMPOSTERIA					554,857.92
2.05	Preparación de Superficie (ALT 2)	ml	1,332.00	0.51	679.32
2.06	Imprimación de SikaDur-30	ml	2,664.00	31.08	82,797.12
2.07	Instalación de Platina Sika CarboDur	ml	1,332.00	346.20	461,138.40
2.08	Enlucido de superficie (incluye mortero, champeado, ancho=12cm)	ml	1,332.00	7.69	10,243.08
ACABADOS					37,654.66
3.01	Pintura Exterior	m2	1,633.20	5.87	9,586.88
3.02	Pintura Interior	m2	2,411.59	4.64	11,189.78
3.03	Reinstalación de tumbado	m2	2,900.00	5.82	16,878.00
PRECIO TOTAL					850,136.90

FUENTE: Autores

5.1.1.3 Presupuesto Referencial Alternativa 3

Tabla XXII Presupuesto referencial Alternativa 3

TRABAJO DE TITULACIÓN - ALTERNATIVA 3					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
REPARACION Y REFORZAMIENTO DE LA UNIDAD DE FLAGRANCIA UBICADA EN LA AV. DE LAS AMERICAS					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	P. TOTAL
REPARACIONES					261,298.41
1.01	Picoteada de pared	m2	2,411.59	1.52	3,665.62
1.03	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2	m2	87,639.48	1.86	163,009.43
1.04	Reparación de anclajes tipo I	u	451.00	13.98	6,304.98
1.05	Reparación de anclajes tipo II	u	328.00	39.10	12,824.80
1.06	Reparación de grietas diagonales en mampostería	u	538.00	30.78	16,559.64
1.07	Demolición de mampostería	m2	2,172.60	1.04	2,259.50
1.08	Pared de Bloque de hormigón (14x19x39)	m2	2,172.60	25.72	55,879.27
1.09	Desalojo de Materiales (10 km)	m3-km	2,208.80	0.36	795.17
REFORZAMIENTO MAMPOSTERIA					489,059.51
2.02	Perforación y ajuste de Anclajes	u	2,411.59	0.76	1,832.81
2.03	Proyección de mortero	m2	14,470.00	28.64	414,420.80
2.04	Regleado y Paletado	m2	2,411.59	0.76	1,832.81
2.09	Colocación de Malla de Polimeros	m2	2,411.59	29.43	70,973.09
ACABADOS					37,654.66
3.01	Pintura Exterior	m2	1,633.20	5.87	9,586.88
3.02	Pintura Interior	m2	2,411.59	4.64	11,189.78
3.03	Reinstalación de tumbado	m2	2,900.00	5.82	16,878.00
PRECIO TOTAL					788,012.58

FUENTE: Autores

5.1.1.4 Presupuesto Referencial Alternativa 4

Tabla XXIII Presupuesto Referencial Alternativa 4

TRABAJO DE TITULACIÓN - ALTERNATIVA 4					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
REPARACION Y REFORZAMIENTO DE LA UNIDAD DE FLAGRANCIA UBICADA EN LA AV. DE LAS AMERICAS					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	P. TOTAL
REPARACIONES					257,624.32
1.03	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm ²	m ²	87,639.48	1.86	163,009.43
1.04	Reparación de anclajes tipo I	u	451.00	13.98	6,304.98
1.05	Reparación de anclajes tipo II	u	328.00	39.10	12,824.80
1.06	Reparación de grietas diagonales en mampostería	u	538.00	30.78	16,559.64
1.07	Demolición de mampostería	m ²	2,172.60	1.04	2,259.50
1.08	Pared de Bloque de hormigón (14x19x39)	m ²	2,172.60	25.72	55,879.27
1.09	Desalojo de Materiales (10 km)	m ³ -km	2,185.27	0.36	786.70
REFORZAMIENTO MAMPOSTERIA					163,945.10
2.10	Instalación de Fibra de Vidrio	ml	7,235.00	22.66	163,945.10
ACABADOS					37,654.66
3.01	Pintura Exterior	m ²	1,633.20	5.87	9,586.88
3.02	Pintura Interior	m ²	2,411.59	4.64	11,189.78
3.03	Reinstalación de tumbado	m ²	2,900.00	5.82	16,878.00
PRECIO TOTAL					459,224.08

FUENTE: Autores

5.1.2 Tiempo de Ejecución

Por la importancia de la edificación es necesario obtener la alternativa que logre la recuperación integral de la estructura para ponerla en servicio, ya que como se mencionó en el capítulo 1 en el edificio contribuye al sistema nacional de seguridad, además de acelerar procesos de sentencia mediante el Consejo de la Judicatura. En consecuencia la alternativa que se logre ejecutar en el menor tiempo posible tendrá la máxima puntuación.

Tabla XXIV Matriz de selección de alternativas - Tiempo de ejecución

	PUNTUACIÓN
Alternativa 1	7
Alternativa 2	10
Alternativa 3	8
Alternativa 4	4

FUENTE: Autores

5.1.3 Disponibilidad de Materia Prima

Algunos de los materiales descritos en el capítulo 4 no se pueden obtener directamente en el país, o en su defecto hay que mandarlos a fabricar como es el caso de los tabiques de fibra de vidrio, por lo tanto se tomará en cuenta también este parámetro para escoger la alternativa a implementar ya que no tener la materia prima para ejecutar el proyecto puede causar retrasos en la obra.

Tabla XXV Matriz de selección de alternativas – Disponibilidad de materia prima

	PUNTUACIÓN
Alternativa 1	10
Alternativa 2	10
Alternativa 3	4
Alternativa 4	6

FUENTE: Autores

5.1.4 Comportamiento Estructural

Las obras de ingeniería deben presentar seguridad y confort a los usuarios, en especial las que forman parte de los organismos que se encargan de impartir justicia en el país, razón por la cual se debe optar por una opción que aumente la capacidad de la estructura para soportar futuras sollicitaciones sísmicas, ya que como se mencionó en capítulos previos Ecuador está situado en una zona considerada altamente sísmica. La puntuación será determinada en base a la alternativa que presente mejor comportamiento.

Tabla XXVI Matriz de selección de alternativas – Comportamiento estructural

	PUNTUACIÓN
Alternativa 1	10
Alternativa 2	5
Alternativa 3	9
Alternativa 4	8

FUENTE: Autores

5.1.5 Selección de Alternativa

En base a los criterios antes mencionados y según los valores obtenidos de un promedio se obtiene que la alternativa 1 es la más adecuada para el proyecto.

Tabla XXVII Matriz de Comparación de las alternativas

Parámetros	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Costo de Obra	10	2	4	8
Tiempo de Ejecución	7	10	8	8
Disponibilidad de materia prima	10	10	4	6
Comportamiento Estructural	8	5	10	8
Puntuación Total Promedio	8.75	6.75	6.25	7.5

FUENTE: Autores

5.1.6 Cuadro de comparación entre alternativas

Tabla XXVIII Matriz de contraste de las alternativas

ALTERNATIVA	COSTO REFERENCIAL	ACCESIBILIDAD DE LOS MATERIALES	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	
			VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reforzamiento con mallas electrosoldada y hormigón proyectado.	\$ 320,245.48	SI	-Aumento de la rigidez en un 40%. -Disminuye la falla frágil por corte en el muro. -Económico.	-Aumenta el espesor del muro. -Estructura compleja de manejar al ser muy rígida.
Reforzamiento con láminas de FRP	\$ 1,147,370.50	SI	-Aumenta la resistencia del conjunto hasta un 70%. -Buenas propiedades mecánicas.	-Cuando es sometido a grandes esfuerzos de compresión, se produce el desprendimiento de las láminas. -Costoso.
Reforzamiento con malla de polímeros y hormigón proyectado	\$ 1,015,773.68	NO	-Mejor distribución de esfuerzos mediante la forma de la malla. -Mayor flexibilidad ayuda a cubrir mejor las discontinuidades en el muro.	-Aumenta el espesor del muro. -No hay malla con polímero en el mercado ecuatoriano.
Reforzamiento con varillas de fibra de vidrio	\$ 365,544.86	BAJO PEDIDO	-No aumenta el espesor del muro. -Fácil aplicación en obra, respecto a los otros métodos.	-En el mercado ecuatoriano no hay un proveedor que facilite los tabiques en fibra de vidrio, por lo que hay que mandarlos a fabricar.

FUENTE: Autores

5.1.7 Restricciones de las Alternativas

Como todo proyecto de ingeniería se presentan varias restricciones o limitaciones en la ejecución del proyecto, las mismas que se detallan a continuación:

- **Obtención de materia prima:** Los materiales compuestos al ser motivo de estudio aún, en el medio ecuatoriano no se encuentra con proveedores de mallas de polímeros o varillas de fibra de vidrio, esto hace que las alternativas 3 y 4 tengan un sobrecosto con respecto a las dos primeras alternativas.
- **Investigación sobre el comportamiento estructural:** Estos métodos de reforzamiento a pesar de que hay estudios que respalden algunos de ellos y se han implementado como refuerzo de estructuras en algunos países desarrollados, aún no hay un código que regule el diseño del refuerzo en los muros de mampostería o en elementos estructurales con materiales compuestos, esto limita el uso de los mismos en los proyectos de ingeniería.
- **Factor Económico:** La situación económica del país a raíz del evento sísmico ha traído consecuencias negativas para el Estado Ecuatoriano desde el punto de vista económico, esto limita a las alternativas a sujetarse a un presupuesto que maneja en Estado Ecuatoriano para atender a las afectaciones de las instalaciones públicas, como lo es el caso de este proyecto.

CAPÍTULO 6

6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el desarrollo del proyecto es necesario realizar un plan de trabajo, así como establecer los frentes de trabajo en los cuales se va a desarrollar el mismo y las especificaciones técnicas asociadas a cada uno de los rubros establecidos en el presupuesto referencial. Los tópicos antes mencionados se describen con mayor detalle en los siguientes subcapítulos.

6.1 Presupuesto Referencial

Para realizar el presupuesto referencial de la reparación y reforzamiento de los muros de mampostería se definen los rubros principales para determinar el precio unitario y las cantidades de obra para determinar el valor total de la obra. El análisis se realizó considerando los siguientes parámetros:

- Tabla de salarios para la construcción 2016
- Costo Indirecto: 10.80%
- Utilidad: 10%

6.2 Especificaciones Técnicas

Para la correcta ejecución de la obra conforme a los requerimientos de la SECRETARÍA DE CONTRATACIÓN PÚBLICA, se determinan las presentes especificaciones técnicas conforme a la normativa legal vigente en materia de Contratación Pública tanto de la LOSNCP su reglamento como del Procedimiento Interno para la Adquisición de Bienes, Obras y Servicios, políticas de la Empresa respecto a Seguridad y Salud Ocupacional. Medio Ambiente, Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Reglamento técnico ecuatoriano RTE. INEN 004-12011 y 004-2-2011.

6.2.1 Materiales

En obra, los materiales previa utilización deberán ser revisados y aprobados por Fiscalización a efecto de constatar su excelente calidad y verificar sus características, solamente los materiales revisados y autorizados por Fiscalización podrán ser usados en obras.

6.2.2 Seguridad

La obra se realizará en los lugares establecidos por la entidad contratante, en el cual se debe tomar las máximas precauciones y extremar las medidas de seguridad a los efectos de evitar accidentes con los trabajos y trabajadores de

la obra. El horario de entrada de vehículos que acarrear materiales debe ser programado para encausar todos los movimientos propios de la construcción de tal forma que se eviten situaciones de riesgo.

6.2.3 Reparación de la Estructura

6.2.3.1 Picoteado de Pared

Descripción: Comprende retirar la pintura de las paredes con espátulas y la generación de irregularidades en la superficie con taladro o el uso de cincel y combo para proveer medio adherente al mortero

Unidad: m² (metro cuadrado)

Materiales mínimos: Ninguno.

Equipo mínimo: Herramienta menor – Taladro mecánico

Mano de obra mínima calificada: Peón (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se retirará la pintura en el lugar mediante espátula, para luego proceder a picar la pared en las áreas prevista por el administrador del contrato o fiscalización. Esto se ejecutará en forma

controlada, evitando perjudicar con fracturas o derrocamientos innecesarios en las áreas o elementos no contemplados.

El desalojo del material hasta la escombrera producto de la retirada se incluye en este rubro. El constructor deberá reponer cualquier parte de la infraestructura retirada que no conste en el presupuesto o en el plan y secuencia de derrocamientos, con el sistema constructivo original.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de pared picada y removida de pintura de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.2 Cortado y doblado de acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$

Descripción: Comprende cortar y doblar en serie el acero de refuerzo en las dimensiones especificadas

Unidad: u (unidad)

Materiales mínimos: Tablas. cuartones, disco de corte de metal

Equipo mínimo: Herramienta menor. Cortadora Manual

Mano de obra mínima calificada: Fierro (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se cortará en serie el acero de refuerzo del diámetro especificado en función del uso en las longitudes de 60 , 120, 240 centímetros, adicionalmente se procederá al doblado sólo en el caso del método de reparación por anclaje I, complementariamente se elaborará una mesa acorde a las necesidades del fierro, definiendo un único lugar en la obra para este procedimiento. El desperdicio o hurto de sobrantes del material deberá reponer el constructor, es deber del fierro optimizar eficientemente los cortes mitigando pérdidas por desperdicios.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por UNIDAD de Acero de refuerzo cortado y de ser el caso doblado de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.3 Reparación de anclaje Tipo I

Descripción: Instalación del acero de refuerzo con fi 6mm en la ubicación descrita en la ficha de identificación de fallas y tratamiento de reparación

Unidad: U (unidad)

Materiales mínimos: Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, sikadur epoxi, mortero expansivo SikaGrout EC

Equipo mínimo: Herramienta menor. Taladro mecánico

Mano de obra mínima calificada: Albañil (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se realizará 8 perforaciones como mínimo, siendo estas un juego de refuerzo en U que estarán ubicadas en los extremos superiores e inferiores del muro a reparar, aplicando esta solución en función de las dimensiones del muro, se empotrará el acero de refuerzo y se revestirá con sikadur epoxi en cada punto, es deber del constructor garantizar la optimización del sikadur epoxi, así como el uso de pacómetro para identificar los estribos y cambiar el lugar de perforación.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por Unidad de refuerzos de anclaje implementados como solución en cada pared de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.4 Reparación de Anclaje tipo II

Descripción: Instalación del acero de refuerzo con ϕ 6mm en la ubicación descrita en la ficha de identificación de fallas y tratamiento de reparación

Unidad: U (unidad)

Materiales mínimos: Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, sikadur epoxi, mortero expansivo SikaGrout EC

Equipo mínimo: Herramienta menor. Taladro mecánico, cortadora, mezcladora

Mano de obra mínima calificada: Albañil (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se realizará las perforaciones diagonales con taladro que sean necesarias para garantizar la adherencia de la columna con la pared, como mínimo, identificando plenamente el tipo de falla a solucionar, aplicando esta solución en función de las dimensiones del muro, se empotrará el acero de refuerzo y se revestirá con sikadur epoxi en cada punto, es deber del constructor garantizar la optimización del sikadur epoxi, así como el uso de pacómetro para identificar los estribos y cambiar el lugar de perforación.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por Unidad de refuerzos de anclaje implementados como solución en cada pared de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.5 Reparación de grietas diagonales en mampostería

Descripción: Se realiza el corte con disco de forma diagonal, una longitud no menor a 200 cm y de forma perpendicular a la diagonal hacer el corte cada 50 cm en una longitud de 40 cm generando una estaca reforzada con cinco crucetas

Unidad: U (unidad)

Materiales mínimos: Acero de refuerzo fi 10 mm $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, mortero expansivo SikaGrout EC

Equipo mínimo: Herramienta menor. mezcladora

Mano de obra mínima calificada: Albañil (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se realiza el corte con disco de forma diagonal, una longitud no menor a 200 cm y de forma perpendicular a la diagonal hacer el corte cada 50 cm en una longitud de 40 cm generando una estaca reforzada con cinco crucetas, se rellena con mortero expansivo SikaGrout EC centrado el acero de 40 cm en el mortero. Del mismo modo centrar el acero de fi 10 mm, es deber del constructor verificar mediante pacómetro la ausencia de estribos en los puntos a reparar.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por Unidad de refuerzos de forma diagonal implementados como solución en cada pared de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.6 Reparación de grietas escalonadas en mampostería

Descripción: Instalar el acero de refuerzo de forma transversal a la falla realizando cortes con disco y rellenos con mortero expansivo SikaGrout EC

Unidad: u (unidad)

Materiales mínimos: Acero de refuerzo fi 10 mm $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, mortero expansivo SikaGrout EC

Equipo mínimo: Herramienta menor. Taladro mecánico

Mano de obra mínima calificada: Albañil – peón (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se realiza el corte con disco paralelo al eje vertical del muro, y acorde a la falla en el sentido vertical se instala el refuerzo de forma escalonada, ubicando dos varillas de refuerzo en cada tramo hasta cubrir la falla, una vez instalados se centra el acero de refuerzo en mortero expansivo SikaGrout Ec. El espaciamiento de cada par de refuerzos de fi 10 mm es de 40 cm, es deber del constructor verificar mediante pacómetro la ausencia de estribos en los puntos a reparar.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por Unidad de refuerzos de forma paralelo al eje vertical del muro implementados como solución en cada pared de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.7 Demolición de Mampostería

Descripción: Comprende demoler el muro con el uso de combos, este rubro aplica para muros que no presten las condiciones para aplicar los tipos de reparaciones especificadas.

Unidad: m² (metro cuadrado)

Materiales mínimos: EPP s.

Equipo mínimo: Combo de mango largo

Mano de obra mínima calificada: Peón (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se demolerá aquellas paredes que no presenten las condiciones mínimas para aplicar los procesos de reparación especificados, sean estos, de anclajes o de grietas, si y sólo si cumple esta condición, y previo a certificación del fiscalizador, se procederá a impactar repetidas veces con el combo de mango largo hasta derribar el muro.

El desalojo del material hasta la escombrera producto de la retirada se incluye en este rubro. Y se deben usar las medidas y equipos de protección personal requeridos. El constructor deberá garantizar el control de polvos tanto para el

área de trabajo como para sus trabajadores, en caso de no cumplirlas se notificará y si reincide será objeto de multas, además el constructor deberá reponer cualquier parte de la infraestructura retirada que no conste en el presupuesto o en el plan y secuencia de derrocamientos, con el sistema constructivo original.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de pared demolida y desalojada hasta la escombrera de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.8 Paredes Interiores y Exteriores

Descripción: Comprende el levantamiento de paredes sean estas interiores y/o exteriores aplica sólo en el caso de ser determinado por el fiscalizador.

Unidad: m² (metro cuadrado)

Materiales mínimos: Bloques. Mortero, agua

Equipo mínimo: Herramienta menor. mezclador

Mano de obra mínima calificada: Albañil -Peón (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se realizará el proceso constructivo concerniente al levantamiento de paredes de mampostería, donde el oficial asignado prestará su colaboración hasta tres albañiles que realicen este procedimiento, se garantizará que las dosificaciones para este caso en particular sean de 4 a 1 arena, cemento respectivamente, y que se realice en respectivo control de calidad con respecto al agua a usar, evitando la pérdida de resistencia del mortero por aumento de relación a/c.

Las longitudes serán asignadas en unidad de bloque entero, y es de carácter obligatorio el uso de trabas, así como el uso de la cortadora con estos tres parámetros se mitiga el impacto de los desperdicios de material, adicionalmente es obligatorio cumplir con la normativa en juntas no mayores a 1cm y libre de oquedades o rebabas.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de pared levantada, libre de oquedades y/o rebabas, con juntas de 1cm máximo de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.9 Desalojo de materiales

Descripción: Comprende la movilización de los residuos, escombros y desechos sólidos generados en obra, hacia un lugar establecido por la entidad ambiental local.

Unidad: m³-Km

Materiales mínimos: Ninguno.

Equipo mínimo: Herramienta menor. Volqueta

Mano de obra mínima calificada: Peón, operador de máquina, chofer (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Es deber del constructor determinar y rotular los depósitos de forma diferenciada en función del tipo de desecho generado, y una vez segregado, se procede a la movilización de los desechos al transporte que va a extraerlos de las instalaciones de la obra.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CÚBICO de desalojo de materiales de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla

todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.10 Colocación de Malla electrosoldada Ø5mm , 20 x 20 cm

Descripción: Corte e Instalación de la malla electrosoldada en función de las dimensiones del muro a reforzar

Unidad: m² (metro cuadrado)

Materiales mínimos: Malla electrosoldada, alambres

Equipo mínimo: Herramienta menor. Cortadora manual,

Mano de obra mínima calificada: Albañil - Fierro (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se identificará el muro a reforzar, se tomará las mediciones exactas y en función de estos datos, se hará el corte respectivo o en caso de ser necesario el empalme de las mallas, se coloca la malla en el sitio requerido y se ajusta mediante el uso de alambres, finalmente se adhiere al muro a reforzar en acople con los puntos de anclajes.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de malla de refuerzos instalada correctamente en cada pared de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.11 Perforación y ajuste de Anclajes

Descripción: Instalación de puntos de anclaje

Unidad: Unidad

Materiales mínimos: Pernos de anclaje, anchorfix, alambres

Equipo mínimo: Herramienta menor. Taladro mecánico.

Mano de obra mínima calificada: Fierro (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se identificará en función de la longitud del muro a reforzar el espaciamiento entre cada punto de anclaje, se realizarán las perforaciones acorde a la profundidad de los pernos, y se rellenará con Anchorfix para garantizar la correcta adherencia al muro.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por UNIDAD de puntos de anclajes correctamente instalados de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.12 Proyección de Mortero

Descripción: Dosificación, mezclado y proyección de mortero

Unidad: m²(Metros cuadrados)

Materiales mínimos: Sikarep, Agua, Plastiment N115

Equipo mínimo: Herramienta menor. Mezcladora, Máquina de proyección

Mano de obra mínima calificada: Albañil-operador de máquinas, Peón (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se identificará en función del área de muros a reforzar la cantidad de paradas de morteros de producirá, es deber del constructor controlar el agua añadida al mortero SikaRep y sistematizar la producción con el mismo personal, impidiendo la variabilidad de la elaboración del mortero; Adicionalmente se vertirá la cantidad exacta de aditivo

plastificante, Una vez el mortero esté listo se vertirá desde la mezcladora hacia la tolva de la máquina de proyección. El proceso de proyección se realizará de forma uniforme hasta cubrir toda el área especificada.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de muros con morteros proyectado con el mínimo nivel de calidad permitido de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.13 Regleado y Paleteado

Descripción: Regleado, relleno de imperfecciones, paleteado, y sacado de filos en aristas.

Unidad: m2(Metros cuadrados)

Materiales mínimos: Ninguno.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Albañil (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se identificarán las imperfecciones existentes posterior a la proyección del mortero, Es de vital importancia que el mortero proyectado esté en estado plástico, e inmediatamente después de la proyección, nivelar la superficie y paletear, otorgando un excelente acabado al muro, en caso de ser necesario este rubro incluye los filos en las aristas que así se requieran, además todo el residuo correspondiente a la proyección debe ser recuperado al máximo.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de muros con excelentes acabados y con el mínimo contenido de fisuras por retracción plástica de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.14 Empaste

Descripción: Comprende los resanes con masilla para fisuras existentes en los enlucidos, el sellado antes y después de la aplicación del empaste

Unidad: m²(Metros cuadrados)

Materiales mínimos: Condor Empaste, SellaCryl Cóndor, Empaste Cóndor, Resina Cóndor.lijas

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Pintor (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se identificará la existencia de fisuras y se resanará con masilla para fisuras, se lija la superficie en su totalidad, se aplica el sellador en dos manos, una antes y otra después del empaste, respetar las diluciones de que para cada galón de sellador añadir un litro de agua, cuyo rendimiento será de 60 m²

El empaste se aplicará en dos manos de emporado y el tiempo de fraguado entre capa y capa será de mínimo 2 horas, una vez empastado se sella previo a la aplicación de la pintura.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de muros con empaste con el mínimo nivel de calidad permitido de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.15 Pintura Interior

Descripción: Se refiere a la aplicación de pintura condor costa para el interior del edificio.

Unidad: m2 (Metros cuadrados)

Materiales mínimos: Condor Costa pintura

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Pintor (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación: Se aplicará la pintura de forma uniforme, respetando las diluciones de que para cada galón de pintura añadir un litro de agua, cuyo rendimiento será de 20 m2

La pintura se aplicará en dos manos con rodillo y el tiempo de fraguado entre capa y capa será de mínimo 2 horas.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de muros correctamente pintados con el mínimo nivel de calidad permitido de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de

obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.16 Pintura Exterior

Descripción: Se refiere a la aplicación de pintura condor elastomérica para el exterior del edificio. Y el respectivo resane de fisuras y sellado

Unidad: m2 (Metros cuadrados)

Materiales mínimos: Condor Elastomérica, Sellador

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Pintor (Estr. Oc. E2).

Ejecución y Complementación:

Se identificará la existencia de fisuras y se resanará con masilla para fisuras, se lija la superficie en su totalidad, se aplica el sellador, respetar las diluciones de que para cada galón de sellador añadir un litro de agua, cuyo rendimiento será de 40 m2

Se aplicará la pintura de forma uniforme, respetando las diluciones, para cada galón de pintura añadir un litro de agua, cuyo rendimiento será de 10 m²

La pintura se aplicará en dos manos con rodillo y el tiempo de fraguado entre capa y capa será de mínimo 2 horas.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de muros correctamente pintados con el mínimo nivel de calidad permitido de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.3.17 Reinstalación de Tumbado

Descripción: Se refiere a la verificación de las condiciones de la estructura del tumbado y su reinstalación

Unidad: m² (Metros cuadrados)

Materiales mínimos: Alambre galvanizado

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Instalador de Tumbados

Ejecución y Complementación:

Se identificará la existencia de problemas en la estructura de soporte del tumbado, así como de las planchas de yeso existente y que estén en buenas condiciones, se reinstalará tanto la estructura como las planchas, otorgando un excelente acabado.

Medición y Pago: Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO de tumbado correctamente instalado de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte y demás insumos e imprevistos para la ejecución del rubro.

6.2.4 Metodología de Trabajo

La metodología en el desarrollo de un proyecto de ingeniería integra las diferentes fases por las que el proyecto va a atravesar, las mismas se basan en las especificaciones técnicas y en los requerimientos de la parte beneficiaria, para el trabajo desarrollado en este proyecto de titulación se abarcará las fases de la obra, así como los diferentes frentes de trabajo que se pueden emplear.

Las fases de trabajo son:

- Reparación de mampostería afectada
- Reforzamiento de mampostería
- Enlucido y acabados.

6.2.4.1 Reparación de mampostería afectada

En el capítulo 3 se realizó el diagnóstico de la estructura y se determinó que la mayoría de los daños tuvieron lugar debido a la falta de adherencia del muro de mampostería a los elementos principales, esto implica que independientemente de la alternativa a escogerse se debe realizar un tratamiento primario a las partes afectadas mediante la reparación de las mismas.

Las principales reparaciones necesarias para el proyecto se las obtuvo del manual publicado por el Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón y se detallan en los anexos. Dependiendo del tipo de falla el tratamiento va a ser distinto, en este caso se separaron los tipos de reparaciones en 3: Anclaje Tipo I, Anclaje Tipo II y reparación de grietas.

El Anclaje tipo I y tipo II corresponden a los dos primeros tratamientos mencionados en la tabla A1 en los anexos, en el caso de la reparación de grietas están abarcados por los otros métodos descritos en la tabla antes mencionada.

Esta fase del proyecto se realizará en tres etapas. En la primera se identificará los muros afectados y se reparará de ser el caso según los procedimientos antes descritos, se picoteará la superficie de los muros con la finalidad de mejorar la adherencia con el mortero en la segunda fase del proyecto.

La segunda fase corresponde al derrocamiento de la mampostería muy afectada, con el fin de levantar una nueva pared para el posterior refuerzo. Finalmente, la última fase es la limpieza total de la obra con el desalojo de materiales.

6.2.5 Reforzamiento de mampostería

Una vez culminada la reparación de la mampostería se procede a reforzar la misma mediante el proceso mencionado en el capítulo 4 para la alternativa 1, teniendo en cuenta los detalles constructivos y lo estipulado en las especificaciones técnicas para que el refuerzo funcione adecuadamente.

Esta etapa se la realizará en dos etapas, la primera consiste en la realización de los anclajes y la colocación de la malla de 5mm, la segunda etapa corresponde a la proyección del mortero en los muros reforzados, posteriormente se paleta la superficie y se la deja lista para la última fase del proyecto.

6.2.6 Enlucidos y Acabados

Una vez realizados los trabajos de reforzamiento se procederá a dar el acabado a la estructura para dejar el edificio operativo. Esto se lo realizará en dos frentes de trabajo; el primero de empaste, pintura y el segundo de reinstalación de tumbado. En el primero se realizará en dos fases, la primera el empaste con el respectivo sellado de fisuras para que no haya imperfecciones al momento de pintar.

La segunda fase se hará con dos cuadrillas; uno de pintura interior y el de pintura exterior de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones técnicas y siguiendo los protocolos de seguridad respectivos.

En la reinstalación de los tumbados se corregirá los anclajes desprendidos para finalmente colocar el tumbado en las zonas afectadas.

6.3 Análisis de Impacto Ambiental

Para establecer el posible impacto ambiental que se tiene al ejecutar el proyecto, se identifican las actividades a realizar y se someten a una valoración de impacto ambiental, en este proyecto se considera la etapa de reforzamiento ya que es el objetivo de estudio del presente

6.3.1 Impactos Positivos Generados

Entre los impactos positivos generados se tiene los siguientes:

- Poner el edificio operativo para mejorar el servicio del sistema judicial de la provincia del Guayas.
- Generación temporal de fuentes de trabajo para la comunidad.

6.3.2 Impactos Negativos Generados

Entre los principales impactos negativos generados por el proyecto se tienen los siguientes:

- Producción de polvo y ruido por la ejecución de las obras.
- Contaminación del aire y suelo producto de la generación de desechos de la construcción.

6.3.3 Valoración y evaluación de los Impactos Ambientales

Los impactos generados por la ejecución del proyecto se valorizan y representan en las matrices de evaluación de impacto ambiental; las cuales miden las actividades que más afectan al medio y el grado de contaminación que se tiene en base a parámetros establecidos. Dichas matrices se las realiza para la construcción, operación y mantenimiento de un proyecto, como se manifestó anteriormente para el presente trabajo se analizará el caso para la reparación y reforzamiento de la estructura.

Con el fin de evaluar los impactos se emplearán los siguientes componentes ambientales:

- Agua
 - Superficial
 - Subterráneo
- Suelo
- Aire
 - Ruido/Polvo
 - Gases

- Flora
 - Terrestre
 - Acuático
- Fauna
 - Terrestre
 - Acuático
- Factor Socioeconómico
 - Empleo
 - Beneficio Común

Las actividades correspondientes a la fase de reparación del proyecto son las siguientes:

- Picoteada de pared
- Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
- Reparación de anclajes tipo I
- Reparación de anclajes tipo II
- Reparación de grietas en mampostería

- Demolición de mampostería
- Paredes Interiores/ Exteriores
- Desalojo de Materiales
- Colocación de Malla electrosoldada
- Perforación y ajuste de Anclajes
- Proyección de mortero
- Regleado y Paletado
- Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)
- Pintura Exterior
- Pintura Interior
- Reinstalación de tumbado

Para la evaluación de los impactos ambientales se considerarán las matrices:

Matriz Intensidad

El valor numérico de la matriz intensidad varía de 1 – 10 dependiendo del grado de cambio sufrido, siendo:

10 = el valor indicado de mayor impacto ambiental

1 = muy bajo impacto ambiental.

0 = impactos ambientales leves o imperceptibles.

Matriz Duración

El valor numérico de la matriz duración varía de 0 – 10, siendo:

10 = para impactos ambientales mayores a 10 años

5 = para impactos ambientales de 5 -10 años

1 = para impactos ambiental menores a 5 años

0 = para aquellas actividades en que los impactos son imperceptibles

Matriz Extensión

El valor numérico de la extensión varía de 0 – 10, siendo:

10 = para impactos ambientales regulares

5 = para impactos ambientales locales

1 = para impactos ambientales puntuales

0 = no causantes de daño al ambiente

Matriz Signo

La matriz signo como su nombre lo indica no destinada a un valor numérico entre un intervalo, sino que esta representanta con:

-1 = para impactos ambientales negativos

1 = para impactos ambientales positivos

Sin signo si no se causa ningún impacto en el medio ambiente

Matriz Magnitud

Los valores numéricos de la matriz magnitud están dados por las matrices intensidad, duración y extensión por un factor correspondiente a cada matriz.

Para la matriz intensidad un factor de 0.6, para la matriz extensión 0.25 y matriz duración un factor de 0,15; donde el valor de la matriz magnitud estará dado como:

$$M = \pm(Intensidad * f_{int}) + (Extensión * f_{ext}) + (Duración * f_{dur}) \quad (5)$$

Matriz de Reversibilidad

El valor numérico de la matriz de reversibilidad varía de 1 – 10 dependiendo del grado de reversibilidad que puedan tener los impactos, siendo:

10 = impactos irreversibles

8 = impactos reversibles a largo plazo

5 = parcialmente reversibles

1 = altamente reversibles

Matriz de Riesgo

El valor numérico de la matriz de riesgo varía dependiendo de la probabilidad de que ocurran impactos a los componentes ambientales, siendo:

10 = impactos de alta probabilidad de ocurrencia

5 = impactos de probabilidad media

1 = impactos de probabilidad baja

Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (V.I.A.)

Los valores numéricos de la matriz V.I.A. están dados por las matrices de magnitud, reversibilidad y riesgo, las mismas que se multiplican por un factor correspondiente a cada matriz.

Para la matriz magnitud un factor de 0,4, para la matriz de riesgo un factor de 0,4 y para la matriz de reversibilidad un factor de 0,2; donde el valor de la matriz V.I.A. estará dado como:

$$V.I.A. = (Reversibilidad^{f_{rev}}) + (Riesgo^{f_{riesgo}}) + (Magnitud^{f_{Magnitud}}) \quad (6)$$

Rango de Impacto Ambiental

Indica el nivel de impacto que tendrán las actividades en cada uno de los componentes ambientales, su valor numérico varía entre 0 – 10; donde:

0 = Neutro

1 – 4 = Bajo

4 – 7 = Medio

7 – 10 = Alto

6.3.4 Matriz de identificación de actividades y medios afectados

Tabla XXIX Matriz de Actividades que contaminan los medios

ACTIVIDADES PROYECTO INTEGRADOR	MEDIO ABIOTICO				MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECONÓMICO		
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Comun
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático		
Picoteada de pared				X						X	
Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2			X	X						X	
Reparación de anclajes tipo I				X						X	
Reparación de anclajes tipo II				X						X	
Reparación de grietas en mampostería			X	X						X	
Demolición de mampostería			X	X						X	
Paredes Interiores/ Exteriores	X		X							X	
Desalojo de Materiales			X							X	
Colocación de Malla electrosoldada	X		X	X						X	
Perforación y ajuste de Anclajes				X						X	
Proyección de mortero	X			X	X					X	
Regleado y Paletado	X									X	
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	X									X	
Pintura Exterior			X							X	
Pintura Interior			X							X	
Reinstalación de tumbado			X							X	

FUENTE: Autores

6.3.5 Matriz de Intensidad

Tabla XXX Matriz de Intensidad

ACTIVIDADES	MEDIO ABIOTICO					MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECONÓMICO	
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Comun
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático		
Picoteada de pared				8.00						10.00	
Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2			4.00	6.00						10.00	
Reparación de anclajes tipo I				5.00						10.00	
Reparación de anclajes tipo II				5.00						10.00	
Reparación de grietas en mampostería			5.00	5.00						10.00	
Demolición de mampostería			8.00	10.00						10.00	
Paredes Interiores/ Exteriores	1.00		6.00							10.00	
Desalojo de Materiales			7.00							10.00	
Colocación de Malla electrosoldada	1.00		3.00	5.00						10.00	
Perforación y ajuste de Anclajes				4.00						10.00	
Proyección de mortero	2.00			8.00	8.00					10.00	
Regleado y Paleteado	1.00									10.00	
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	1.00									10.00	
Pintura Exterior			1.00							10.00	
Pintura Interior			1.00							10.00	
Reinstalación de tumbado			1.00							10.00	

FUENTE: Autores

6.3.6 Matriz de Extensión

Tabla XXXI Matriz de Extensión

ACTIVIDADES	MEDIO ABIOTICO				MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECONÓ		
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Común
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático		
Picoteada de pared				1.00						1.00	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$			1.00	1.00						1.00	
Reparación de anclajes tipo I				1.00						1.00	
Reparación de anclajes tipo II				1.00						1.00	
Reparación de grietas en mampostería			1.00	1.00						1.00	
Demolición de mampostería			1.00	1.00						1.00	
Paredes Interiores/ Exteriores	1.00		1.00							1.00	
Desalojo de Materiales			1.00							1.00	
Colocación de Malla electrosoldada	1.00		1.00	1.00						1.00	
Perforación y ajuste de Anclajes				1.00						1.00	
Proyección de mortero	1.00			1.00	1.00					1.00	
Regleado y Paletado	1.00									1.00	
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	1.00									1.00	
Pintura Exterior			1.00							1.00	
Pintura Interior			1.00							1.00	
Reinstalación de tumbado			1.00							1.00	

FUENTE: Autores

6.3.7 Matriz de Duración

Tabla XXXII Matriz de Duración

ACTIVIDADES	MEDIO ABIOTICO				MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECON		
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Comun
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático		
Picoteada de pared				1.00						1.00	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$			1.00	1.00						1.00	
Reparación de anclajes tipo I				1.00						1.00	
Reparación de anclajes tipo II				1.00						1.00	
Reparación de grietas en mampostería			1.00	1.00						1.00	
Demolición de mampostería			1.00	1.00						1.00	
Paredes Interiores/ Exteriores	1.00		1.00							1.00	
Desalojo de Materiales			1.00							1.00	
Colocación de Malla electrosoldada	1.00		1.00	1.00						1.00	
Perforación y ajuste de Anclajes				1.00						1.00	
Proyección de mortero	1.00			1.00	1.00					1.00	
Regleado y Paletado	1.00									1.00	
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	1.00									1.00	
Pintura Exterior			1.00							1.00	
Pintura Interior			1.00							1.00	
Reinstalación de tumbado			1.00							1.00	

FUENTE: Autores

6.3.8 Matriz Signo

Tabla XXXIII Matriz Signo

ACTIVIDADES	MEDIO ABIOTICO				MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECONÓMICO		
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Comun
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático		
Picoteada de pared				-1						1	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$			-1	-1						1	
Reparación de anclajes tipo I				-1						1	
Reparación de anclajes tipo II				-1						1	
Reparación de grietas en mampostería			-1	-1						1	
Demolición de mampostería			-1	-1						1	
Paredes Interiores/ Exteriores	-1		-1							1	
Desalojo de Materiales			-1							1	
Colocación de Malla electrosoldada	-1		-1	-1						1	
Perforación y ajuste de Anclajes				-1						1	
Proyección de mortero	-1			-1	-1					1	
Regleado y Paleteado	-1									1	
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	-1									1	
Pintura Exterior			-1							1	
Pintura Interior			-1							1	
Reinstalación de tumbado			-1							1	

FUENTE: Autores

6.3.9 Matriz de Magnitud de impacto Ambiental

Tabla XXXIV Matriz de Magnitud del Impacto Ambiental

ACTIVIDADES	MEDIO ABIOTICO					MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECONÓMICO	
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Comun
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático		
Picoteada de pared	0.00	0.00	0.00	-5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm ²	0.00	0.00	-2.80	-4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Reparación de anclajes tipo I	0.00	0.00	0.00	-3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Reparación de anclajes tipo II	0.00	0.00	0.00	-3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Reparación de grietas en mampostería	0.00	0.00	-3.40	-3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Demolición de mampostería	0.00	0.00	-5.20	-6.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Paredes Interiores/ Exteriores	-1.00	0.00	-4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Desalojo de Materiales	0.00	0.00	-4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Colocación de Malla electrosoldada	-1.00	0.00	-2.20	-3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Perforación y ajuste de Anclajes	0.00	0.00	0.00	-2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Proyección de mortero	-1.60	0.00	0.00	-5.20	-5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Regleado y Paletado	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Pintura Exterior	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Pintura Interior	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00
Reinstalación de tumbado	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.00

FUENTE: Autores

6.3.10 Matriz de Reversibilidad

Tabla XXXV Matriz de Reversibilidad

ACTIVIDADES	MEDIO ABIOTICO				MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECONÓMICO		
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Común
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático		
Picoteada de pared				5						0	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$			5	5						0	
Reparación de anclajes tipo I				1						0	
Reparación de anclajes tipo II				1						0	
Reparación de grietas en mampostería			1	1						0	
Demolición de mampostería			5	5						0	
Paredes Interiores/ Exteriores	1		1							0	
Desalojo de Materiales			1							0	
Colocación de Malla electrosoldada	1		1	1						0	
Perforación y ajuste de Anclajes				1						0	
Proyección de mortero	1			1	1					0	
Regleado y Paletado	1									0	
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	1									0	
Pintura Exterior			1							0	
Pintura Interior			1							0	
Reinstalación de tumbado			1							0	

FUENTE: Autores

6.3.11 Matriz de Riesgo

Tabla XXXVI Matriz de Riesgo

ACTIVIDADES	MEDIO ABIOTICO				MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECONÓMICO		
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Común
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático		
Picoteada de pared				10						0	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$			5	5						0	
Reparación de anclajes tipo I				1						0	
Reparación de anclajes tipo II				1						0	
Reparación de grietas en mampostería			1	1						0	
Demolición de mampostería			5	10						0	
Paredes Interiores/ Exteriores	1		1							0	
Desalojo de Materiales			1							0	
Colocación de Malla electrosoldada	1		1	1						0	
Perforación y ajuste de Anclajes				1						0	
Proyección de mortero	1			1	1					0	
Regleado y Paletado	1									0	
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	1									0	
Pintura Exterior			1							0	
Pintura Interior			1							0	
Reinstalación de tumbado			1							0	

FUENTE: Autores

6.3.12 Matriz V.I.A.

Tabla XXXVII Matriz de Valorización del Impacto Ambiental

ACTIVIDADES	MEDIO ABIOTICO					MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECONÓMICO		
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Comun	
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático			
Picoteada de pared	0.00	0.00	0.00	6.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.25
Acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm ²	0.00	0.00	3.97	4.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.54
Reparación de anclajes tipo I	0.00	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63
Reparación de anclajes tipo II	0.00	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63
Reparación de grietas en mampostería	0.00	0.00	1.63	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.26
Demolición de mampostería	0.00	0.00	5.08	6.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.87
Paredes Interiores/ Exteriores	1.00	0.00	1.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.74
Desalojo de Materiales	0.00	0.00	1.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84
Colocación de Malla electrosoldada	1.00	0.00	1.37	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
Perforación y ajuste de Anclajes	0.00	0.00	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51
Proyección de mortero	1.21	0.00	0.00	1.93	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.07
Regleado y Paletado	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Pintura Exterior	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Pintura Interior	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Reinstalación de tumbado	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	5.21	0.00	0.00	27.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

FUENTE: Autores

6.3.13 Matriz de Valoración del Impacto

Tabla XXXVIII Matriz de Valoración del Impacto

ACTIVIDADES	MEDIO ABIOTICO					MEDIO BIOTICO				FACTOR SOCIOECONÓMICO	
	AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		Empleo	Beneficio Comun
	Superficial	Subterráneo		Ruido/Polvo	Gases	Acuático	Terrestre	Terrestre	Acuático		
Picoteada de pared	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	MEDIO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$	NEUTRO	NEUTRO	MEDIO	MEDIO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Reparación de anclajes tipo I	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Reparación de anclajes tipo II	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Reparación de grietas en mampostería	NEUTRO	NEUTRO	BAJO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Demolición de mampostería	NEUTRO	NEUTRO	MEDIO	MEDIO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Paredes Interiores/ Exteriores	BAJO	NEUTRO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Desalojo de Materiales	NEUTRO	NEUTRO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Colocación de Malla electrosoldada	BAJO	NEUTRO	BAJO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Perforación y ajuste de Anclajes	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Proyección de mortero	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	BAJO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Regleado y Paleteado	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Empaste (Incluye Resane y Sellado de fisuras)	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Pintura Exterior	NEUTRO	NEUTRO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Pintura Interior	NEUTRO	NEUTRO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
Reinstalación de tumbado	NEUTRO	NEUTRO	BAJO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO

FUENTE: Autores

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- (1) Se identificó que la mampostería carecía de la adherencia suficiente hacia los elementos estructurales principales, razón por la cual se originó el desprendimiento en la mayor parte del edificio, especialmente el bloque central de la estructura.
- (2) El desarrollo esquemático del procedimiento elegido que permitió sentenciar un diagnóstico para la estructura comprende varias fases, entre las cuales la inspección visual, y el registro de los datos en las respectivas fichas técnicas resultan ser trascendentales, con lo que se logró diferenciar específicamente cada una de las principales afectaciones a las que está sometida la edificación.
- (3) Se puede establecer que uno de los factores de los daños encontrados en el sitio fue la ausencia de chicotes en algunas paredes, lo que originó que éstas se desprendieran de las columnas, en algunos casos la

separación de estos elementos era muy grande, en consecuencia se originó el colapso parcial del muro de mampostería.

- (4) La realización de los ensayos no destructivos para medir la calidad del hormigón, fueron importante para descartar daños o pérdidas de resistencia en las vigas y columnas de la edificación.
- (5) En la evaluación de la estructura previo al diagnóstico se identificó que los elementos estructurales no habían sido afectados, y que la estructura había tenido el desempeño sísmico adecuado pues solo habían daños no estructurales y un pequeño salto del recubrimiento en la zona de rotulas plásticas de las columnas del primer piso, lo cual está permitido por la normativa.
- (6) La edificación en general solo tuvo problemas en los muros de mampostería ya que la mayor parte de la edificación tiene paredes de estructura en gypsum y perfilería de aluminio y vidrio, lo cual es bueno pues son elementos más livianos que un muro de mampostería.
- (7) Las alternativas planteadas en este proyecto fueron enfocadas directamente a la reparación y reforzamiento de los muros de mamposterías afectados, ya que derrocar todas las paredes no es una solución viable pues se generaría mucho desperdicio de construcción, además de aumentar el tiempo de ejecución de la obra sustancialmente.

- (8) El refuerzo mediante malla electrosoldada y mortero proyectado presenta buenas características desde el punto de vista estructural, ya que el acero al ser un material dúctil reduce los esfuerzos de flexión y en conjunto a la mampostería aportan rigidez a la estructura mejorando su desempeño sísmico.
- (9) En el análisis ambiental del proyecto se determinó que la actividad que producirá un mayor impacto es el derrocamiento de mampostería, en general no hay actividades que puedan afectar de manera significativamente al ambiente, sin embargo se puede controlar la cantidad de polvo a originarse con agua.
- (10) Este proyecto fue desarrollado tomando en consideración aspectos éticos, morales y sociales; además en el análisis de selección cada una de las alternativas se contemplaron aspectos técnicos, económicos y ambientales.

7.2 RECOMENDACIONES

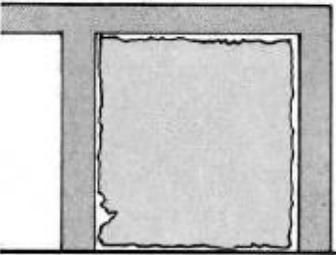
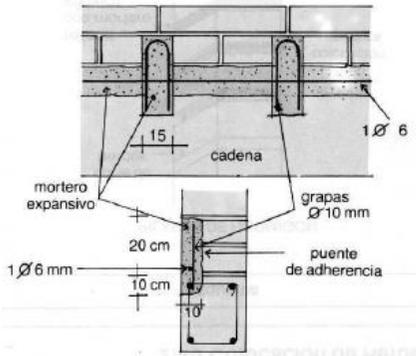
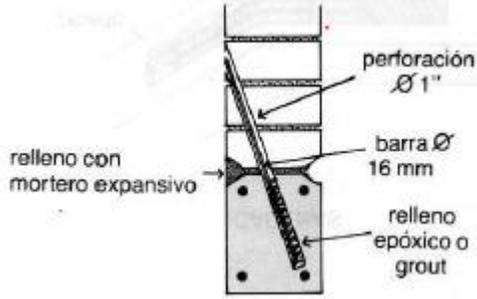
- (1) En proyectos de esta característica es importante realizar un análisis estructural para determinar el estado de respuesta sísmica de la edificación ante la posibilidad de un nuevo evento sísmico.
- (2) Los parámetros definidos para la selección de la alternativa ganadora, son vitales en la intención de evitar la tendencia a elegir la alternativa

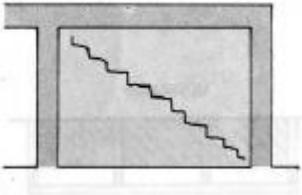
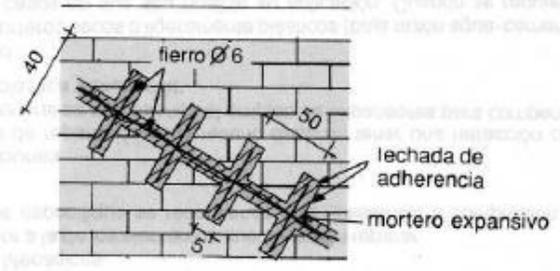
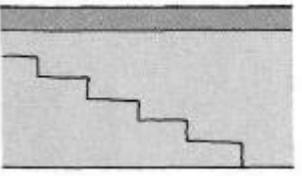
más económica, que no siempre resulta ser la más conveniente, por tanto se recomienda organizar estos parámetros y calificar las alternativas respecto de los mismos.

- (3) Realizar ensayos destructivos para tener una mejor correlación con los ensayos no destructivos, ya que esto permite tener información más precisa como resistencia del hormigón.
- (4) En la ejecución del proyecto se debe tener énfasis en realizar una correcta reparación de los muros de mampostería, debido a que si se lo realiza de la manera incorrecta, el refuerzo adicionado no va a tener el comportamiento deseado y el elemento puede quedar vulnerable.
- (5) Controlar las emisiones de ruido y polvo que se puedan originar, puesto que el edificio se encuentra en una zona de alta confluencia y esto puede causar molestias a las personas que se encuentren en el entorno.

ANEXOS

ANEXO 1 Reparaciones típicas en mampostería afectada por eventos sísmicos

Reconocimiento	Descripción	Alternativas de Reparación	Esquema de Reparación
	<p>Grietas en las uniones entre muros estructurales y los elementos de hormigón armado</p>	<p>Mejorar adherencia del conjunto con la ejecución de anclajes.</p>	
		<p>Colocación de anclajes adicionales</p>	

	<p>Falla por esfuerzo de corte en muros de albañilería. Grieta escalonada</p>	<p>Reconstruir condición primitiva: -Picar la mampostería a lo largo de la grieta por ambos lados. -Rellenar con mortero expansivo.</p>	
	<p>Falta armadura horizontal (chicotes) Falta adherencia mortero-bloque por deficiente calidad del mortero o mala ejecución de albañilería Mala calidad de los bloques</p>	<p>Reparación: -Reemplazo de mortero en canterías.</p>	

		<p>Refuerzo parcial:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Relleno de huecos verticales con mortero expansivo. -Insertar armaduras en zonas agrietadas y relleno de huecos con mortero expansivo. 	
		<p>Refuerzo General:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cortar con disco ranuras de todo el alto. -Colocar refuerzos en las ranuras, soldar a armaduras en cadenas. -Sellar ranura, dejar 3 orificios $\phi 1''$. -Inyectar mortero de abajo hacia arriba. 	

FUENTE: Autores

ANEXO 2 Ficha para la captura de datos para evaluación estructural

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Febrero-2011

Fecha: Hora: Duración visita: Clave:

Nombre del evaluador: Ingeniero o arquitecto Estudiante Ing/Arq.

INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE	
Nombre del inmueble:	
Nombre del edificio/cuerpo/área: <i>(usar un formato por cada edificio/cuerpo/área)</i>	Coordenadas: (_____ N, _____ O, _____ msnm)
Calle y número:	Código postal:
Colonia/Barrio:	
Localidad (<i>pueblo/ciudad</i>):	
Delegación/Municipio:	Estado:
Referencias: <i>(entre calles "A" y "B", un sitio notable, etc.)</i>	
Persona contactada/propietario:	Cargo o función:
Teléfono: +(_____)	Fax: _____ Correo electrónico: _____

USO		<i>(Anotar % de área para cada uso, debe sumar 100%)</i>	
1- Habitacional <input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Dormitorio	3- Educativo <input type="checkbox"/> Preescolar <input type="checkbox"/> Primaria <input type="checkbox"/> Secundaria Superior <input type="checkbox"/> Biblioteca <input type="checkbox"/> Museo	5- Reunión <input type="checkbox"/> Centro social <input type="checkbox"/> Templo religioso <input type="checkbox"/> Gimnasio <input type="checkbox"/> Salón baile/juego <input type="checkbox"/> Cine/Teatro/Auditorio <input type="checkbox"/> Estadio	7- Comunicaciones y transportes <input type="checkbox"/> Terminal de pasajeros <input type="checkbox"/> Terminal de carga <input type="checkbox"/> Estacionamiento <input type="checkbox"/> Aeropuerto/Puerto <input type="checkbox"/> Correo / Telégrafo / Teléfono <input type="checkbox"/> Radio / Televisión <input type="checkbox"/> Antena transmisora
2- Oficinas / Comercio <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Tienda <input type="checkbox"/> Mercado <input type="checkbox"/> Restaurante	4- Salud / Social <input type="checkbox"/> Hospital <input type="checkbox"/> Clínica <input type="checkbox"/> Asilo <input type="checkbox"/> Estancia infantil	6- Industrial <input type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Taller <input type="checkbox"/> Bodega <input type="checkbox"/> Generac. eléctrica <input type="checkbox"/> De combustibles	Estructura GRUPO: <input type="radio"/> A <input type="radio"/> B1 <input type="radio"/> B2 <input type="radio"/> C
Ocupación: <input type="checkbox"/> Habitada/en uso <input type="checkbox"/> Abandonada/desocupada <input type="checkbox"/> Desalojada por daños			Número de ocupantes o capacidad de personas: _____

TERRENO Y CIMENTACIÓN			
Topografía <input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Ladera de cerro <input type="checkbox"/> Rivera río/lago <input type="checkbox"/> Fondo de valle <input type="checkbox"/> Depósitos lacustres <input type="checkbox"/> Costa	Tipo suelo <input type="checkbox"/> Arcilla muy blanda <input type="checkbox"/> Limos o arcillas <input type="checkbox"/> Granular suelto <input type="checkbox"/> Granular compacto <input type="checkbox"/> Roca	SUELO <input type="radio"/> Blando <input type="radio"/> Transición <input type="radio"/> Firme	Cim. Superficial <input type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Zapatas corridas <input type="checkbox"/> Cimiento de piedra <input type="checkbox"/> Losa <input type="checkbox"/> Cajón
Nivel freático: _____ m Pendiente del terreno: _____ % Distancia a río / lago / mar: _____ m			Cimentación Profunda <input type="checkbox"/> Pilotes / pilas <input type="checkbox"/> Otro _____

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA	
No. de niveles, n = _____ Año de construcción: _____ No. de sótanos: _____ Año rehabilitación: _____ <input type="checkbox"/> Apéndices en azotea (<i>escaleras / elevador / cuarto azotea</i>) <input type="checkbox"/> Mezanine (<i>losa intermedia que no cubre toda la planta</i>) <input type="checkbox"/> Piso a media altura (<i>de los entresijos tipo</i>) <input type="checkbox"/> Escalera externa <input type="checkbox"/> Semisótano (<i>primer sótano a medio nivel de calle</i>)	Área del terreno: _____ m ² Recarga acuíferos: _____ % Área de la planta tipo: _____ m ² Dimensiones Generales: X = Frente: _____ m Y = Fondo: _____ m Altura Planta baja: _____ m Altura entresijos: _____ m No. cajones estacionamiento: _____ No. elevadores: _____ No. escaleras independientes: _____
Instalaciones <input type="checkbox"/> Elevador <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/> Otra: _____	

VULNERABILIDAD

Posición en manzana: Esquina Medio Aislado

Irregularidad en planta <input type="checkbox"/> Asimétrico (efectos de torsión) <input type="checkbox"/> Aberturas en planta > 20 % (área o longitud) <input type="checkbox"/> Longitud entrantes/salientes > 20 % <input type="checkbox"/> En "L" u otra geometría irregular	Irregularidad en elevación <input type="checkbox"/> Planta baja flexible <input type="checkbox"/> Marcos o muros no llegan a la cimentación <input type="checkbox"/> Columnas cortas <input type="checkbox"/> Reducción de la planta en pisos superiores <input type="checkbox"/> Apoyos a diferente nivel (laderas) <input type="checkbox"/> Sistemas de entrepiso inclinados <input type="checkbox"/> Grandes masas en pisos superiores <input type="checkbox"/> Arreglo irregular de ventanas en fachada
---	--

Otras fuentes de vulnerabilidad <input type="checkbox"/> Conexión excéntrica trabe-columna <input type="checkbox"/> Péndulo invertido/una sola hilera de columnas <input type="checkbox"/> Un elemento resiste más del 35% del sismo	Edificio vecino crítico No. de pisos: _____ Separación: _____ cm Uso no.: _____ : _____ <input type="checkbox"/> Columna débil-viga fuerte <input type="checkbox"/> Marcos <input type="checkbox"/> Sin daño <input type="checkbox"/> Muros <input type="checkbox"/> Daño medio <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Daño severo <input type="checkbox"/> Pisos a diferente altura
--	---

SISTEMA ESTRUCTURAL

Material en muros <input type="checkbox"/> Concreto reforzado <input type="checkbox"/> Concreto prefabricado <input type="checkbox"/> Tabicón de concreto (macizo) <input type="checkbox"/> Bloque de concreto (20x40 cm) <input type="checkbox"/> Ladrillo de barro macizo <input type="checkbox"/> Tabique de arcilla hueco <input type="checkbox"/> Paneles con capa de mortero <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Piedra <input type="checkbox"/> Adobe <input type="checkbox"/> Bahareque (ramas/odo) <input type="checkbox"/> Material precario (débil: lámina/cartón/desecho) <input type="checkbox"/> Otro: _____	Sección de elementos predominantes <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Forma</th> <th style="text-align: left;">Material</th> <th style="text-align: left;">Sección</th> </tr> <tr> <td>Rectangular</td> <td>Concreto</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Circular</td> <td>Acero</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Tubo circular</td> <td>Prefabricado</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Secc. H / I</td> <td>Madera</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Cajón</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Secc. L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Armadura</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <input type="checkbox"/> Columnas <input type="checkbox"/> Trabes Principales <input type="checkbox"/> Trabes Secundarias <input type="checkbox"/> Diagonales	Forma	Material	Sección	Rectangular	Concreto	_____	Circular	Acero	_____	Tubo circular	Prefabricado	_____	Secc. H / I	Madera	_____	Cajón			Secc. L			Armadura		
Forma	Material	Sección																							
Rectangular	Concreto	_____																							
Circular	Acero	_____																							
Tubo circular	Prefabricado	_____																							
Secc. H / I	Madera	_____																							
Cajón																									
Secc. L																									
Armadura																									

Refuerzo en la mampostería
 Sin refuerzo Con refuerzo interior
 Mampostería confinada Otro: _____
 Mampostería mal confinada (sin refuerzo en puertas/ventanas)

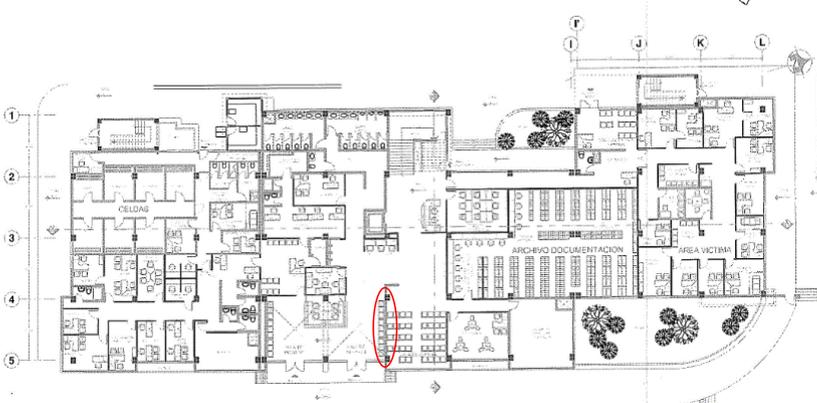
ESTRUCTURA PRINCIPAL VERTICAL <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Planta Baja</th> <th colspan="2">Niveles</th> <th rowspan="2">Sótano</th> <th rowspan="2">Apéndice</th> <th rowspan="2">Cubos (escaleras / elevador)</th> </tr> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Marcos</td> <td>Acero</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Conc. prefabricado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cols. y losa plana</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Contrav</td> <td>Acero</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cubre varios pisos</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Muros</td> <td>Cables</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>De carga mampostería</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Diafragma mampost. De concreto</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>con vigas de acoplamiento: <input type="checkbox"/></p> <p>Marcos en el entrepiso representativo Número de marcos paralelos: a X: _____ a Y: _____ Claro promedio: X = _____ m Y = _____ m Número total de columnas: _____ (en todo el entrepiso) No. crujeas con contraviento: en X: _____ en Y: _____ No. crujeas con muro diafragma: en X: _____ en Y: _____</p> <p>Muros en el entrepiso representativo Suma de longitudes de muros y espesor (t): De concreto: $\Sigma Lx =$ _____ m, $\Sigma Ly =$ _____ m, $t =$ _____ cm De mampostería: $\Sigma Lx =$ _____ m, $\Sigma Ly =$ _____ m, $t =$ _____ cm</p>		Planta Baja		Niveles		Sótano	Apéndice	Cubos (escaleras / elevador)	X	Y	X	Y	Marcos	Acero	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>	Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>	Contrav	Acero	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>	Muros	Cables	<input type="checkbox"/>	De carga mampostería	<input type="checkbox"/>	Diafragma mampost. De concreto	<input type="checkbox"/>	SISTEMA DE PISO / TECHO <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Sistema de piso <input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes <input type="checkbox"/> Losa plana (sin trabes) <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado (bóveda catalana) <input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras 3D <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería Distancia a ejes de: Trabes secundarias: _____ cm Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm Largueros: _____ cm </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Losa de concreto <input type="checkbox"/> Maciza <input type="checkbox"/> Aligerada (reticular) <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero) Espesor total: _____ cm Capa compresión: _____ cm Armaduras <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Peralte variable Claro: _____ m, Peralte: _____ m Separación armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____ </td> </tr> </table> <p>Cubierta de techo <input type="checkbox"/> Igual a sistema de piso <input type="checkbox"/> Lámina metálica <input type="checkbox"/> Lámina de asbesto/plástico <input type="checkbox"/> Cartón o desecho <input type="checkbox"/> Paneles <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Paja <input type="checkbox"/> Teja Forma de la cubierta <input type="checkbox"/> Techo plano horizontal <input type="checkbox"/> Inclinado pendiente: _____ % <input type="checkbox"/> Bóveda cilíndrica $\varnothing =$ _____ m <input type="checkbox"/> Cúpula $\varnothing =$ _____ m Tipo de anclaje y separación: _____</p>	Sistema de piso <input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes <input type="checkbox"/> Losa plana (sin trabes) <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado (bóveda catalana) <input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras 3D <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería Distancia a ejes de: Trabes secundarias: _____ cm Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm Largueros: _____ cm	Losa de concreto <input type="checkbox"/> Maciza <input type="checkbox"/> Aligerada (reticular) <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero) Espesor total: _____ cm Capa compresión: _____ cm Armaduras <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Peralte variable Claro: _____ m, Peralte: _____ m Separación armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____																																																		
		Planta Baja		Niveles					Sótano	Apéndice	Cubos (escaleras / elevador)																																																																													
	X	Y	X	Y																																																																																				
Marcos	Acero	<input type="checkbox"/>																																																																																						
	Concreto	<input type="checkbox"/>																																																																																						
	Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>																																																																																						
	Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>																																																																																						
Contrav	Acero	<input type="checkbox"/>																																																																																						
	Concreto	<input type="checkbox"/>																																																																																						
	Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>																																																																																						
Muros	Cables	<input type="checkbox"/>																																																																																						
	De carga mampostería	<input type="checkbox"/>																																																																																						
	Diafragma mampost. De concreto	<input type="checkbox"/>																																																																																						
Sistema de piso <input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes <input type="checkbox"/> Losa plana (sin trabes) <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado (bóveda catalana) <input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras 3D <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería Distancia a ejes de: Trabes secundarias: _____ cm Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm Largueros: _____ cm	Losa de concreto <input type="checkbox"/> Maciza <input type="checkbox"/> Aligerada (reticular) <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero) Espesor total: _____ cm Capa compresión: _____ cm Armaduras <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Peralte variable Claro: _____ m, Peralte: _____ m Separación armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____																																																																																							

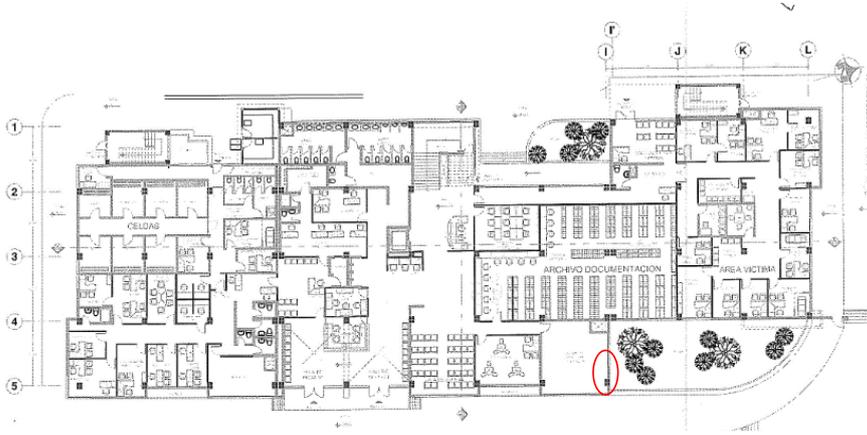
Planos: Arquitectónico Estructural Memoria de cálculo Autoconstrucción (sin cálculo) Especificar: _____

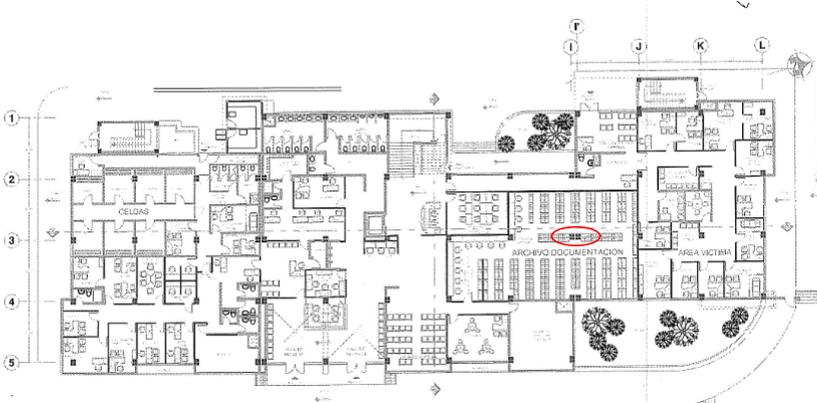
REHABILITACIÓN

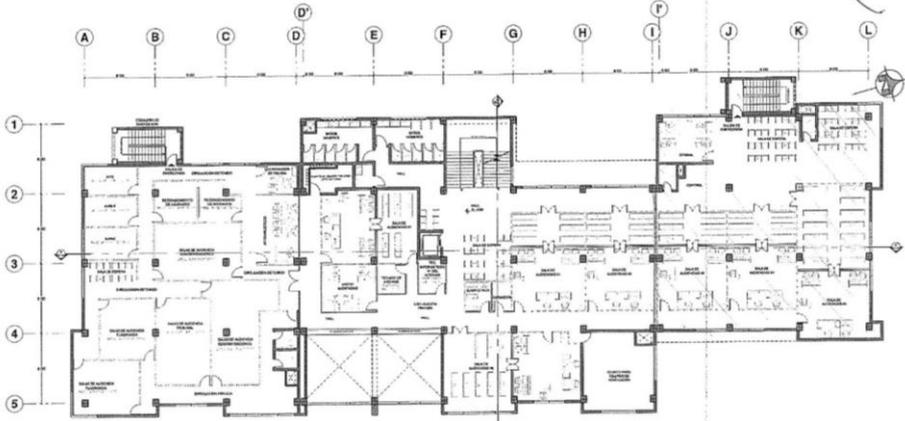
Tipo <input type="checkbox"/> Arquitectónicas <input type="checkbox"/> Reparación estruct. <input type="checkbox"/> Refuerzo <input type="checkbox"/> Reestructuración	Técnicas empleadas <input type="checkbox"/> Recimentación <input type="checkbox"/> Encamisado concreto <input type="checkbox"/> Encamisado acero <input type="checkbox"/> Muros: malla y mortero <input type="checkbox"/> Contraviento	<input type="checkbox"/> Adición de muros concreto <input type="checkbox"/> Adición muros mampostería <input type="checkbox"/> Contrafuertes externos <input type="checkbox"/> Fibra carbono / sintéticos <input type="checkbox"/> Otro	Descripción breve:
---	--	---	--------------------

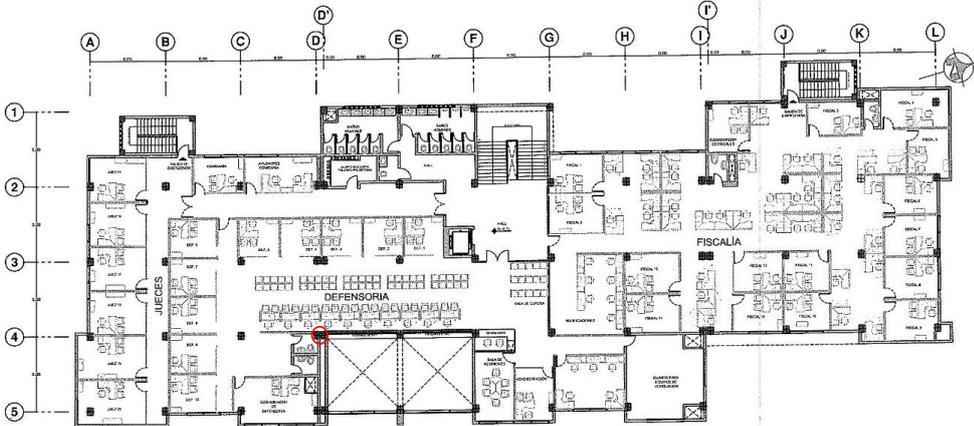
ANEXO 3.- Fichas Técnicas de Evaluación

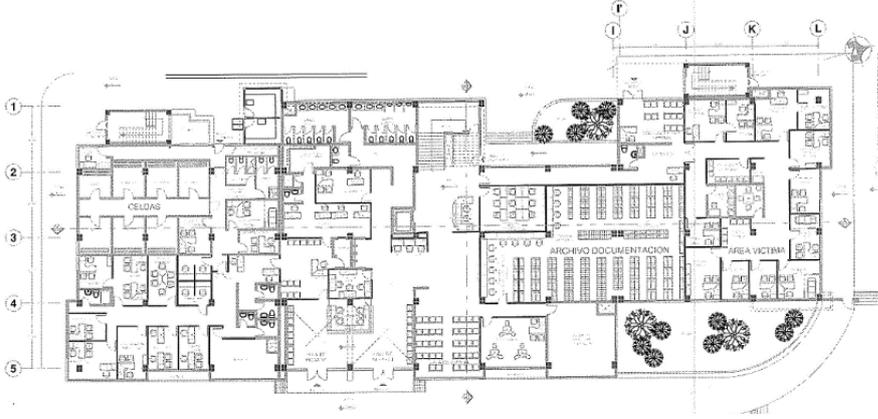
Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Flagrancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	1
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Falla en el muro debido a fuerzas sismicas que inducieron esfuerzos cortantes que excedió la capacidad del muro, por lo que hubo desprendimiento de del recubrimiento así como la falla de los bloques de mampostería
Posibles causas:	Grandes esfuerzos cortantes superiores a la capacidad del muro. Insuficiencia de armadura. Asentamientos diferenciales.
Tratamiento:	Si la grieta es fina se puede inyectar mortero con epoxi, para sellar la abertura. Si la grieta es grande se debe picar por tramos en todo el ancho del muro y a 4 a 5cm de espesor-relleno con mortero epóxico

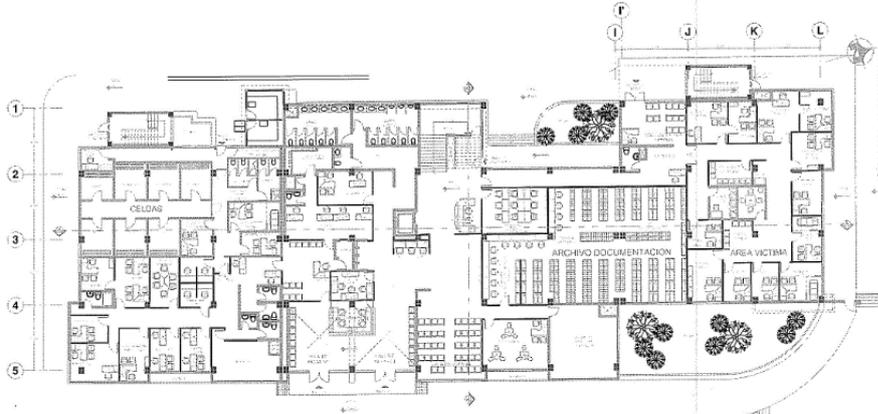
Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Fragancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	2
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Desprendimiento de mampostería
Posibles causas:	Grandes esfuerzos cortantes superiores a la capacidad del muro. Insuficiencia de armadura (chicotes). Mala calidad de los materiales.
Tratamiento:	Reconstrucción de mampostería mejorando la adherencia y el alclaje a los elementos principales. Reconstrucción del pilarete.

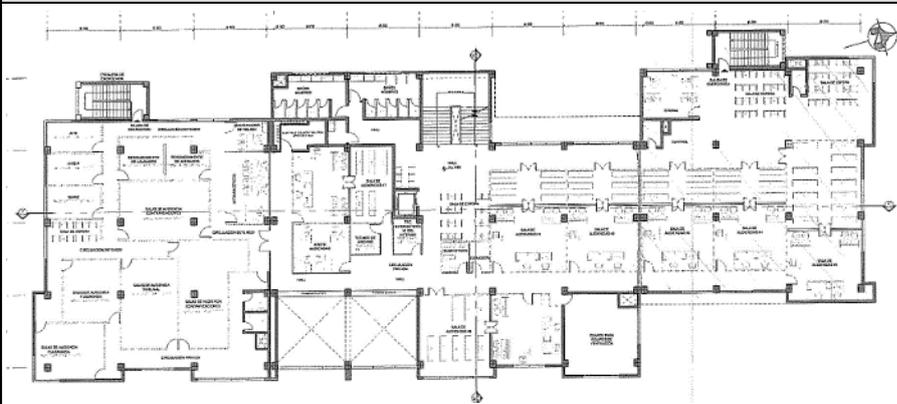
Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Flagrancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	3
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Grieta en la zona de articulaciones plásticas en las columnas.
Posibles causas:	Grandes esfuerzos debido a la acción sísmica.
Tratamiento:	Si la grieta es fina se puede inyectar mortero con epoxi, para sellar la abertura. Si la grieta es grande se debe picar por tramos en todo el ancho del muro y a 4 a 5cm de espesor-relleno con mortero epóxico

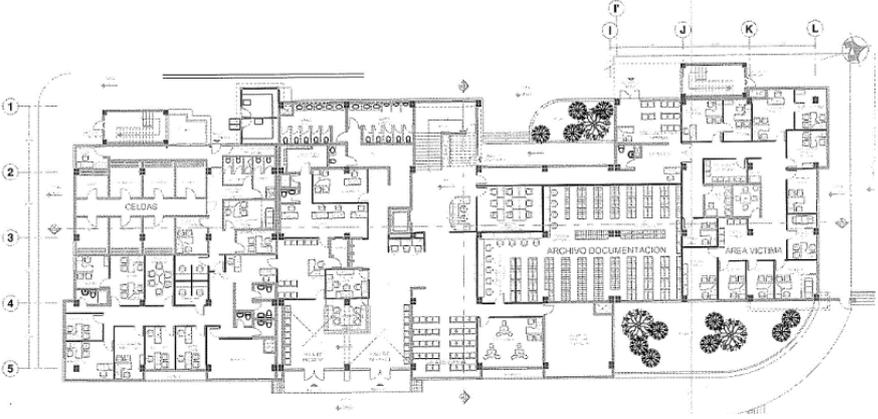
Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Flagrancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	4
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Falta de adherencia de los bloques hacia los elementos principales
Posibles causas:	Grandes esfuerzos superiores a la capacidad del muro. Falta de anclaje. Mala calidad de los materiales.
Tratamiento:	Demoler los bloques flojos y reconstruir el muro, utilizar epoxico y ligante para mejorar la adherencia entre el hormigon viejo y el nuevo.

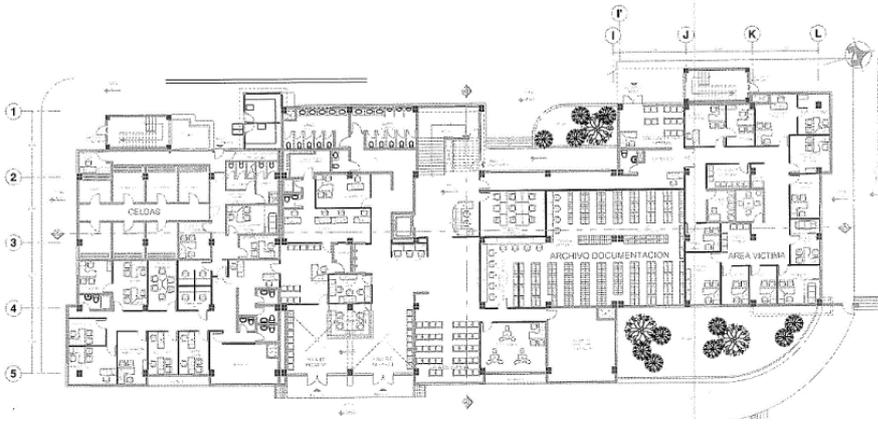
Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Fragancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	5
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Salto del recubrimiento cerca de la unión viga-columna.
Posibles causas:	Falta de adherencia del mortero entre el bloque y la columna. Calidad del mortero.
Tratamiento:	Picar la parte afectada para lograr mejor adherencia entre el hormigón viejo y el nuevo. Colocar un ligante para lograr una buena adherencia.

Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Fragancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	6
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Desprendimiento entre la pared y columna
Posibles causas:	Falta de adherencia del mortero entre el bloque y la columna. Calidad del mortero. Ausencia de Chicotes.
Tratamiento:	Colocar anclajes para mejorar la adherencia en la estructura, posteriormente llenar la grieta con mortero expansivo.

Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Flagrancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	7
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Desprendimiento de mampostería
Posibles causas:	Grandes esfuerzos cortantes superiores a la capacidad del muro. Insuficiencia de armadura (chicotes). Mala calidad de los materiales.
Tratamiento:	Reconstrucción de mampostería mejorando la adherencia y el alclaje a los elementos principales. Reconstrucción del pilarete.

Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Fragrancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	8
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Mampostería afectada por esfuerzos de corte y flexión.
Posibles causas:	Exceso de esfuerzos cortante y flexión combinada.
Tratamiento:	Rellenar las grietas con mortero expansivo y mejorar las adherencia hacia los elementos principales.

Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Flagrancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	9
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Desprendimiento entre la pared y unión Viga-Columna
Posibles causas:	Falta de adherencia del mortero entre el bloque y la columna. Calidad del mortero. Ausencia de Chicotes.
Tratamiento:	Reconstruir el muro con mampostería. Colocar anclajes para mejorar la adherencia en la estructura.

Ficha Técnica de Daños	
Obra: Edificio de la Unidad de Flagrancia de Guayaquil.	N° Ficha:
Dirección: Av. De las Americas, junto al Cuartel Modelo.	10
Uso actual: Edificio de Oficinas.	Uso original: Edificio de Oficinas.
Lesión:	
	
Ubicación:	
	
Descripción:	Falla por corte en los muros de mampostería
Posibles causas:	Grandes esfuerzos cortantes superiores a la capacidad del muro. Insuficiencia de chicotes.
Tratamiento:	Efectuar reparación TIPO II especificado en la sección 6.3

Fuente: Autores

BIBLIOGRAFIA

- (1) Aldaz, J. C. (2012). Modelización hidrológica de la ONU área experimental en la Cuenca del Río Guayas en la Producción de caudales y sedimentos.
- (2) Aragón Cárdenas, J., Flores, L., & López, O. (2011, febrero). Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural. Red nacional de evaluadores.
- (3) CELEC. (2011). Estudio de impacto ambiental definitivo de la línea de transmisión Chongón-Santa Elena.
- (4) Céspedes, M. A. (2003). Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de ultrasonido.
- (5) Chunga, Kervin, Martillo, Carlos, Pazmiño, Nelson, Quiñónez, Ma. Fernanda, & Huaman, Freddy. (s/f). Estimación de máximos niveles de sismicidad para el litoral ecuatoriano a través de la integración de datos geológicos y sismotectónicos.
- (6) Civilgeek. (2011). Ensayos no destructivos en el concreto - Ultrasonido. Recuperado el 14 de agosto de 2016, a partir de <http://civilgeeks.com/2011/04/11/ensayos-no-destructivos-del-concreto-ultrasonido/>
- (7) F. Argudo , Jaime. (2011). SISMOLOGÍA.

- (8) Flores, L., Ríos, M., & Reyes, C. (2004). Rehabilitación con malla y mortero de muros de mampostería con aberturas.
- (9) Franco Stupenengo. (2011). Materiales y materias primas.
- (10) Janeth, R., Raúl, M., & Juan Carlos, A. (2005). Recopilación de información base para el mapa geoambiental del área urbana del gran guayaquil mapas en formato sig. Espol. Recuperado a partir de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8134>
- (11) N.N., Metodología para la evaluación y diagnóstico de edificios de concreto reforzado. (2011, febrero).
- (12) Rodríguez, Tatiana, & Plaza, Raúl. (2014). Propuesta de rehabilitación estructural constructiva para la vivienda de la familia aveldaño. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- (13) Rosero, Luis. (2013, Agosto del). Reforzamiento de estructuras de hormigón armado con FRP (fiber reinforced polymers). Aplicación al caso de refuerzo de una losa y columnas de salón de audiovisuales y un auditorio. Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí.
- (14) Santa, Hernan, Duarte, Gonzalo, & Garib, Alejandro. (2004). Experimental investigation of masonry panels externally strengthened with CFRP laminates and fabric subjected to in-plane shear load. Canada: N0. 1627.

(15) N.N. Técnicas de Reforzamiento de Mampostería. (s/f).