

RESUMEN EJECUTIVO

Se procedido a la evaluación del daño sísmico en dos hospitales de la ciudad de Aiquile en Bolivia. Estas estructuras fueron afectadas por el sismo del 22 de Mayo de 1998 y sus replicas. El siguiente es un resumen de lo encontrado:

Hospital G. y C. Bertol:

El hospital consta de una estructura de un piso construida en dos etapas, la primera en 1960 y la segunda en 1985. Ambas etapas presentan un sistema estructural basado en muros de albañilería.

En este hospital hubo daño menores los cuales se expresan en fisuras en algunos elementos correspondientes a la etapa más antigua. Estas fisuras no presenta un deterioro importante de la capacidad resistente del sistema y por tanto no implican un peligro a los usuario o al sistema.

El hospital si tuvo pérdida de capacidad de función y atención debido a daños de tipo no estructural (equipamiento y contenidos especialmente). Esta situación impidió la realización de cirugías las primeras 24 horas y limitó el funcionamiento de algunos servicios en especial el de Laboratorio por al menos tres días. La función del hospital ha sido recuperada, sin embargo las condiciones de seguridad sísmica del equipamiento y contenido indican que si ocurre un evento similar se repetirían las mismas consecuencias.

Hospital Carmen López:

Este hospital esta compuesto por cinco edificaciones de un piso de distinta época. Cuatro de estas edificaciones son de adobe y la más reciente de albañilería. Esta ultima esta compuesta por dos estructuras distintas.

Las edificaciones de adobe presenta un daño severo que impide su utilización. La posibilidad de recuperar estas estructuras es remota.

La estructuras de albañilería presentan un daño moderado ocasionado por la propia vibración y por el posible asentamiento de su fundación. Este daño a pesar de que al momento de la visita no pone en peligro la función del hospital ni de sus usuarios debe ser evaluado y corregido, si fuese necesario, por un Ingeniero Civil Estructural.

Debido a los daños ocurridos y otras consideraciones de tipo logístico este Hospital dejó

de funcionar después del evento principal.

RECOMENDACIONES DE ACTIVIDADES A REALIZAR EN LOS HOSPITALES DE AIQUILE

Si bien se ha establecido el daño que presentan las estructuras hospitalarias revisadas debido al sismo del 22 de Mayo de 1998 no se ha establecido el riesgo o vulnerabilidad de los sistemas ante el evento máximo esperado en la zona. Desde este punto de vista es necesario realizar un estudio de vulnerabilidad detallado y si es del caso establecer los procedimientos de reforzamiento.

Un estudio de vulnerabilidad debe considerar al menos lo siguiente:

- Identificación de la actividad sísmica de la zona e Intensidad Máxima Esperada en la zona. En el caso de existir fallas superficiales activas su identificación, localización y caracterización es necesaria.
- Evaluar en detalle las características estructurales, no estructurales y organizacionales de los hospitales.
- Estimar el riesgo y grado de daño esperado ante el sismo máximo esperado.
- Evaluar la necesidad y estrategia de reforzamiento mas adecuada.

RECOMENDACIONES DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR OPS BOLIVIA

Debido al nivel de conocimientos e implementación de la protección sísmica en el Sector Salud en Bolivia se cree conveniente recomendar a la OPS de Bolivia el desarrollo de las siguientes actividades:

- Apoyo al desarrollo de planes de evaluación de la vulnerabilidad sísmica del Sector Salud y al desarrollo de estrategias para su reducción.
- Desarrollo de cursos de capacitación en el diseño sísmico de sistemas de salud en el cual se consideren aspectos estructurales, no estructurales y organizativos.
- Apoyo al desarrollo de una normativa de diseño sismorresistente de hospitales en la cual se integren conceptos de protección de la vida (generalmente presentes en las normativas internacionales) y los criterios de preservación de la función hospitalaria y de la inversión.

- Apoyo al desarrollo de metodologías para el reforzamiento sísmico de hospitales existentes y típicos de la región.
- Apoyo al desarrollo de especificación mínimas de proyectos de salud, de tal manera que se incorporen en las nuevas estructuras los conceptos de protección sísmica.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Día 2 de Junio

- Arribo a La Paz
- Encuentro con el Dr. Pablo Aguilar.
- Encuentro con el Dr. Carlos Linger.
- Viaje a Cochabamba.
- Encuentro con el Dr. Carlos Navas.

Día 3 de Junio

- Visita a pueblo Mizque.
- Arribo a Aiquile
- Evaluación del Hospital Bertol.
- Evaluación del Hospital Carmen López.
- Encuentro con Ingenieros Juan Guillermo Orozco y Oscar Suntura.

Día 4 de Junio

- Recorrido de la ciudad de Aiquile.
- Visita a la ciudad de Totora.
- Regreso a Cochabamba.
- Arribo a La Paz.

Día 5 de Junio

- Conversación con Dr. Carlos Linger.
- Regreso a Santiago.

ENCUENTROS Y REUNIONES REALIZADAS

Se realizaron los siguientes encuentros y reuniones:

Día 2 de Junio de 1998

- Encuentro en La Paz con Dr. Pablo Aguilar punto focal PED en Bolivia. Se establecen los procedimientos y visitas a realizar y la estrategia a seguir en la evaluación del daño.
- Encuentro en La Paz con el Dr. Carlos Linger, representante de OPS en Bolivia y el Dr. Pablo Aguilar. Se establece la necesidad de apoyar las actividades del sector salud en los temas de mitigación de desastres. Se solicita al Centro Colaborador el envío de material didáctico básico y antecedentes normativos que permitan dirigir y establecer las bases para los procesos de recuperación de servicios de salud dañados y para el desarrollo de servicios de salud nuevos.

Se establece la conveniencia de que el Centro Colaborador se reúna con la Sociedad Boliviana de Ingenieros y con el Ministro de Salud.

- Encuentro en Cochabamba con el Dr. Carlos Navas Director del Departamento de Salud. Se establece la estrategia a seguir en la evaluación de los hospitales de Aiquile. El Dr. Navas pone a disposición un chofer y vehículo y solicita la evaluación de los hospitales de G y C Bertol y Carmen López de Aiquile. Se indica que el hospital de Totora ya se ha evacuado y se considera irrecuperable. El Dr. Navas indica la conveniencia de establecer vínculos con OPS/PED para asesorarse en la correcta recuperación de las estructuras dañadas y en normas para sistemas de salud nuevos.

Día 3 de Junio de 1998

- Encuentro con el Dr. Luis López director del Hospital Bertol. El Centro Colaborador se presenta y solicita los antecedentes de planos del Hospital. El Dr. López muestra los distintos daños ocurridos durante los eventos sísmicos recientes y entrega antecedentes de planos generales de la estructura.
- Encuentro con el Dr. Carlos Araos director del Hospital Carmen López. El Centro Colaborador se presenta y solicita los antecedentes de planos del Hospital. El Dr. Araos muestra los distintos daños ocurridos durante los eventos sísmicos recientes e indica que no tiene antecedentes de planos de la estructura.

- Encuentro con los Ingenieros Juan Guillermo Orozco (OPS) y Oscar Suntura (OPS) se presentan antecedentes generales de la situación de refugiados en la zona y se comentan los planes de acción a seguir.

Día 5 de Junio de 1998

- Conversación telefónica con el Dr. Carlos Linger. El Centro Colaborador entrega un informe verbal sobre los hallazgos de la evaluación de los hospitales de Aiquile. Se establece la conveniencia de establecer un plan de cooperación en temas de desastres sísmicos.

INFORME DE LA INSPECCION DE LOS DAÑOS DE LOS HOSPITALES DE AIQUILE

1. Fecha de la visita: 2 y 5 de junio de 1998

2. Zona visitada:

La zona visitada corresponde a la comprendida en el circuito entre la ciudad de Cochabamba y el pueblo de Aiquile por la ruta de Mizque y por la ruta de Epizana pasando por Totorá.

El recorrido permitió obtener una impresión general de los daños que produjo el sismo del 22 de mayo en los distintos pueblos ubicados a la orilla del camino.

2.1 Características de la zona recorrida

La zona recorrida es eminentemente rural concentrando su actividad en la agricultura.

Las viviendas que predominan mayoritariamente **son construcciones de adobe de uno y dos pisos**, encontrándose estas últimas principalmente en los pueblos de mayor número de habitantes visitados, como Mizque, Aiquile y Totorá.

Un número no despreciable de estas construcciones datan del siglo pasado por lo que han experimentado los efectos de los sismos ocurridos en el presente siglo, destacándose por su intensidad según los lugareños el ocurrido el año 1958

Además de las construcciones de adobe, en los últimos años se han construido edificaciones de albañilería de ladrillos cerámicos macizos de fabricación artesanal. Este tipo

de construcción tiene refuerzo limitado, correspondiendo éstos a cadenas de hormigón armado ubicadas sobre los muros a nivel del segundo piso o del techo y a dinteles ubicados sobre las aberturas de puertas y ventanas. El refuerzo de pilares de hormigón armado sólo se observa en las edificaciones construidas en los últimos 8 años

Las techumbres de las viviendas se construyen con tejas de arcilla o con una mezcla de material vegetal existente en la región con barro

Los pueblos de Aiquile y Totorá se ubican en torno de quebradas, ubicándose las viviendas en zonas con condiciones topográficas diferentes y en depósitos de suelos de características diferentes.

2.2 Comportamiento de las construcciones existentes en la zona

Durante la inspección de los daños se pudo observar que las construcciones más afectadas corresponden a las edificaciones de adobe, en especial las de las localidades de Aiquile, Totorá y del pueblo de Hoyadas, ubicado en el camino que une Aiquile con Totorá

El daño en las localidades ubicadas entre: Mizque y Cochabamba, en los primeros 40 Km del camino que une la ciudad de Sucre y entre Epizana y Cochabamba (del orden de 120 Km de camino), son de menor grado pudiéndose estimar en forma preliminar que las intensidades fueron menores que el grado VI en la escala de MSK de acuerdo con la distribución estadística de los daños detallada en el Anexo A

Se debe destacar el buen comportamiento observado en las construcciones de albañilería, aún en aquellas que corresponden a ampliaciones (segundo piso) efectuadas sobre antiguas viviendas de adobe. En estas ampliaciones se han incorporado columnas esbeltas de hormigón armado o albañilería en el encuentro de los muros de las fachadas

Tanto en las construcciones de adobe como en las de albañilería se observa una buena calidad de su ejecución, también se pudo apreciar una buena calidad de las unidades tanto en los adobes como en los ladrillos utilizados. Esto último es un indicador de la buena calidad de las arcillas y de la buena calidad de la mano de obra existente en la región, mano de obra que posiblemente esté sustentada por una tradición que se conserva

Estas características deben tenerse en consideración al momento de establecer los programas de reconstrucción tanto al elegir los sistemas estructurales que se deben recomendar como los métodos de refuerzo de aquellas construcciones que no se demuelan

Según los lugareños algunas viviendas de adobe habrían sufrido los efectos del sismo de 1958, el cual produjo “rajaduras” en los muros que no fueron reparados. Además se destacó por habitantes de Aiquile que las construcciones ubicadas en la calle principal, donde se pudo observar el mayor número de viviendas demolidas durante la visita, eran usadas para actividades de comercio lo que había producido algunas transformaciones de sus fachadas y espacios interiores. Estas dos situaciones deben tenerse presente al caracterizar la severidad del sismo del 22 de mayo en términos de los daños que produjo

3. Comportamiento sísmico de las construcciones

3.1 Comportamiento en la localidad de Mizque

Esta localidad se encuentra a 42 Km de Aiquile en el camino que une Aiquile con Cochabamba y tiene 459 años.

La visita de 2 horas efectuada a esta localidad permitió observar los daños en algunas zonas del área urbana de Mizque, los que se concentran principalmente en el caso antiguo del pueblo. El daño observado corresponde a grietas en el encuentro de muros y desplome y grietas diagonales en algunos muros de adobe.

El daño más severo que se observó es la caída del techo de una vivienda antigua y el agrietamiento del campanario de la iglesia ubicadas en torno de la plaza. No se observó ningún colapso parcial o total de los muros de alguna vivienda

De acuerdo con la información entregada por el informe técnico preparado por funcionarios de la Municipalidad de Mizque, el estado de las viviendas era el siguiente

- a De las 650 viviendas del área urbana un 10% se han declarado inhabitables por el grado de daño que presenta, un 60% presentan daños graves y un 30% daños leves
- b Las edificaciones de uso público han sido dañadas seriamente, destacándose el daño experimentado en la torre (campanario) y en la nave central de la iglesia matriz de San Sebastián y en el edificio Municipal.

El complejo educativo e internado Pompeo Rogon tiene daños leves.

- c En relación con los daños experimentados por instalaciones de salud sólo se informa de **tres postas dañadas levemente.**

Revisando algunas viviendas de cada uno de los tipos de daños declarados, se pudo comprobar que estos corresponden a los grados 2, 1 y 0 usados para determinar la intensidad en la escala de MSK, con lo cual con la distribución destacada en el punto “a” se puede estimar en forma preliminar que la intensidad del sismo en la localidad de Mizque fue del orden de **VI grados** en esta escala.

En el trayecto entre Punata y Mizque se pudo comprobar que las viviendas no presentan daño visible por su exterior, estimándose que la intensidad no supera el **grado V** en la escala de MSK. Los daños observados en el pueblo de Rodeo permiten asignar en forma preliminar una intensidad entre **V y VI grados** en la misma escala.

3.2 Comportamiento en la localidad de Aiquile

La información relacionada con la población indica que por efecto del terremoto hubo del orden de 80 muertos, 300 heridos de los cuales 25 debieron ser trasladados via aérea a Cochabamba.

De la inspección de daños se pudo comprobar que la distribución de los daños no es uniforme en toda la ciudad, observándose que estos fueron menores en las partes más altas, un ejemplo de ello es el daño que se presenta al ingresar a Aiquile desde Mizque. Los daños más graves se produjeron en la parte central, existiendo un número importante de las viviendas de adobe demolidas como consecuencia del daño experimentado, el que corresponde en su mayoría a un grado 3 de acuerdo con la descripción de la escala de daño del Anexo A

En función del daño observado y de la demolición realizada hasta el momento de la visita, se puede estimar que la intensidad del sismo en las zonas más afectadas de Aiquile es del orden de los **VII** y **VIII** grados en la escala MSK, y en los sectores más altos o menos afectados supera el grado **VI**. Esta situación refleja que en Aiquile se presenta un efecto local asociado a la calidad del suelo y la topografía del lugar que produce la concentración del daño, este efecto local debe estudiarse con el propósito de establecer las disposiciones y limitaciones de diseño sísmico que se recomienden a futuro.

Es destectable el comportamiento observado en las edificaciones de albañilería de uno y dos construidas en los últimos años, estas viviendas prácticamente no experimentaron daño en los elementos de su estructura resistente. Los daños observados en este tipo de construcción se produjeron por efectos de asentamiento diferenciales del suelo, situación que refleja una condición que debe evaluarse tanto en la reparación de las viviendas afectadas como para determinar las soluciones de fundación.

Destaca por la gravedad de los daños y por corresponder a un edificio de uso público la situación de la Iglesia de Aiquile.

3.3 Comportamiento en la localidad de Totorá

El daño observado es serio y nuevamente se observa una distribución no uniforme de éste, es así como en el ingreso desde Aiquile el daño que se pudo observar es reducido en comparación al observado en la zona de la Plaza Principal donde se ubica la iglesia de Totorá y en sectores donde se ubica la escuela y el hospital, esto último según lo informado por los habitantes del lugar y por la prensa de Cochabamba (Opinión, 2 de junio de 1998).

Los efectos del sismo en Totorá, aunque no presentan los daños observados en Aiquile, son serios por afectar a un patrimonio arquitectónico colonial de construcciones de adobe de uno y dos pisos difícil de reconstruir y costoso de restaurar por el grado de daño experimentado

3.4 Comportamiento en la localidad de Hoyadas ubicada entre Aiquile y Totorá

Los efectos del sismo en esta pequeña localidad, ubicada a medio camino entre Aiquile y Totorá, se destacan por la gravedad de los mismos, dado que gran parte de las viviendas fueron seriamente dañadas presentando un grado de daño mayor que el observado en Aiquile. La construcción que menos daños presenta, aún cuando severos, es la iglesia

De acuerdo con el grado de los daños observados, la intensidad del sismo en esta localidad puede estimarse en un grado **VIII** en la escala MSK y corresponde a la localidad visitada en la zona epicentral con mayor nivel de daño.

4. Daños en los hospitales de Aiquile

Durante los dos días de estadía en la zona afectada por el terremoto se visitaron el hospital G. Y C. Bertol y el hospital Carmen López, la inspección se concentró en estas dos instalaciones a pedido de las autoridades de salud considerando que en ellos se concentran las atenciones de la población de las localidades ubicadas en la zona afectada por el terremoto.

4.1 Hospital G. Y C. Bertol

4.1.1 Antecedentes generales

Aspectos físicos

El hospital es una edificación de un piso construido en dos etapas, la primera en 1960 y la segunda en 1985.

La primera etapa es una estructura de albañilería construida con ladrillos cerámicos sin columnas de hormigón armado, en esta estructura existe un segundo piso en uno de sus extremos donde se ubica la residencia de los médicos. La segunda etapa es una edificación de albañilería construida con ladrillos cerámicos con pilares de hormigón armado contigua a la anterior, con un sótano de uno de sus extremos que se utiliza como bodega de la cocina y de la farmacia del recinto hospitalario.

En ambas edificaciones se utilizó una cubierta de tejas cerámicas colocadas sobre cercha de madera bajo las que se colocó un cielo falso de yeso adherido con una malla de alambre (malla del tipo malla de gallinero) unida a listones de madera.

Aspectos funcionales

El hospital realiza en promedio 18 cirugías y atiende 30 partos y 650 pacientes al mes de los cuales 100 son internados. Durante los días posteriores al sismo las atenciones fueron del orden de 2479 entre las que se destacan 62 curaciones, 24 hospitalizaciones y 153 exámenes de laboratorio por lo que la mayor parte de las 2479 actividades realizadas corresponden a consultas

4.1.2 Daños experimentados

a. Elementos estructurales

Los daños experimentados en este hospital prácticamente no afectan a los elementos de la estructura existente

Los escasos daños en elementos de la estructura resistente se producen principalmente en elementos de la parte construida en la primera etapa. Estos corresponden a: (1) grieta diagonal de espesor reducido en uno de los muros interiores orientado en la dirección del pasillo, (2) grietas verticales en un par de antepechos de la fachada que da a la calle, (3) fisuras diagonales y horizontales en los vértices de las aberturas de un par de puertas ubicadas en el pasillo interior y de una ventana, y (4) fisuras en las vigas longitudinales del sector del pasillo y en el muro longitudinal interior del sector ubicado en el segundo piso

Por las características de los daños se puede establecer que la capacidad resistente de la estructura construida en la primera etapa no está deteriorada por lo que puede continuar funcionando.

En la segunda etapa no se observaron daños en los elementos de la estructura resistente del primer piso. Sólo se pudo observar una grieta en un muro interior del sótano.

b. Daños en elementos no estructurales

Elementos arquitectónicos:

Los daños en este tipo de elementos corresponden a:

- Desprendimiento de las cubiertas de las luminarias. Un ejemplo de ello son las luminarias de la Lavandería, de la Ropería y del cuarto de Internación.
- Fisuración del cielo falso de yeso. Algunas de estas fisuras son anteriores al sismo observándose manchas debido a la humedad.
- Fisuración del revoque en el encuentro del cielo falso con los elementos de la estructura. Un buen ejemplo de ello es el caso observado en el cuarto del Consultorio N° 6.
- Fisuras en los estucos de algunos muros, por ejemplo en los estucos de elementos del sótano y de los muros del Consultorio N° 6.
- Corrimientos de algunas tejas. Este daño debe repararse a la brevedad para evitar las goteras que puedan producirse durante las lluvias.

Por las características de los daños observados sólo se requiere un proceso de restauración de carácter estético y medidas para impedir el desprendimiento de las cubiertas de las luminarias. Todas estas medidas son de bajo costo y necesarias de realizar para recuperar la seguridad y confianza de los funcionarios y pacientes.

Equipamiento

El daño en este tipo de elementos es:

- Vuelco de armarios y estanterías. Como ejemplo de ello se puede destacar el volcamiento de una estantería de la farmacia lo que causo daños en un computador y el vuelco de un estante en la sala de la Dirección.
- Vuelco de un microscopio Olympus modelo CH-2 ubicado en el Laboratorio.
- Rotura de material de Laboratorio, por ejemplo pipetas y otros.
- Caída de algunos frascos y materiales ubicados en estanterías y armarios del Laboratorio y del sector de la Farmacia.
- Caída del material estéril ubicado sobre una cubierta de azulejos en el Pabellón
- Caída del un Pupinel ubicado en la Sala de Parto, lo que produjo la rotura del termómetro
- Daños en equipos ubicados en el Pabellón, se destaca el choque entre las lámparas de esta sala, la rotura de un frasco de la bomba de vacío y el vuelco del electrobisturí (en el momento de la visita no estaba claro si estaba dañado)

Los equipos de apoyo como es el generador de emergencia no experimentó daño

Los daños destacan que tanto el equipamiento como los suministros del hospital se encuentran en una situación de riesgo sísmico por lo que deben adoptarse las medidas necesarias para reducir (mitigar) este riesgo. Estas medidas son conocidas y de bajo costo.

c. Líneas Vitales

Las Líneas Vitales como son las redes de agua, luz, alcantarillado no experimentaron daños

d. Estructuras menores

Estas estructuras son secundarias pero su daño puede alterar el funcionamiento del hospital. Entre ellas se destaca la estructura que rodea el estanque elevado de agua. En esta estructura se produjo fisuración de algunos de sus elementos debido al choque de ellos con las costaneras de la techumbre, situación que debe corregirse.

4.2 Hospital Carmen López

4.2.1 Antecedentes Generales

Este hospital pertenece al sector público de salud y en él se realiza sólo atención primaria, atendiendo un promedio de 35 a 40 pacientes diarios, aumentando éstos a 105 los días domingos cuando se realiza la feria local.

El hospital está formado por cinco edificaciones construidas en épocas distintas. Cuatro de ellas están construidas en adobe y en ellas funcionan la residencia del Director, el Auditorium y la oficina de la Dirección de Salud, la Cocina y la Lavandería y las habitaciones de los médicos residentes.

El edificio más moderno fue construido entre 1990 y 1991, en él funcionan las consultas médicas y de odontología, los servicios de laboratorio y farmacia, la oficina de estadísticas y de administración, salas de pacientes, de internos y de partos y la ropería.

La estructura de este último edificio es de albañilería, la que tiene características diferentes por los refuerzos utilizados. El sector ubicado frente al ingreso del hospital (Sector A) sólo tiene cadenas y dinteles de hormigón armado, en cambio el sector ubicado hacia atrás y de forma de L (sector B) además tiene columnas de hormigón armado. Entre ambos sectores existe una junta de construcción que originalmente correspondía a un pasillo.

4.2.2 Daños experimentados

a. Elementos Estructural

Daños en los edificios de adobe

El daño en la estructura de los cuatro edificios de adobe es grave, lo que ha obligado a desalojar los recintos perdiendo el hospital su capacidad de funcionamiento. Los daños observados son del tipo siguiente.

- Agrietamiento diagonal severos de los muros de adobe. Se destacan por el estado en que quedaron los muros de la residencia de los médicos y los muros de la casa del Director del hospital.
- Vaciamiento de algunos muros. Un ejemplo de ellos es lo ocurrido en la sala donde funciona la Lavandería y la Cocina.
- Caída del cielo falso. Un ejemplo de ello es lo ocurrido en la sala donde se ubica la Dirección de Salud.

Daños en los edificios de albañilería

Sector A: Los daños en este sector corresponden a:

- Fisura horizontal en la parte inferior del tímpano ubicado en el extremo lateral derecho del edificio (mirado desde la entrada).
- Fisura en el muro de albañilería ubicado en la esquina derecha de la fachada de ingreso

Sector B: Los daños en este sector corresponden a:

- Grietas diagonales en cuatro muros, los espesores de estas grietas son importantes.
- Fisuras verticales en el vértice de la ventana del pasillo que une con el sector A
- Fisuras en las columnas del ingreso lateral de este sector.

b. Daños en elementos no estructurales

El daño observado en este tipo de elementos es el siguiente:

- Fisuración del revoque entre el cielo falso y los elementos de la estructura.
- Grietas en el piso del pasillo del sector B que une con el sector A y en el pasillo de la entrada lateral del sector B
- Grieta en el cielo falso en el encuentro de las alas de la L del sector B.

Equipamiento

De acuerdo con la información proporcionada por el Director del hospital algunos equipos se vieron afectados (Microscopio Olympus, Pupinel, Televisor) y algunos suministros (reactivos), principalmente por la caída de ellos durante el sismo

En el momento de la visita no se tenía una evaluación del estado de estos elementos, como consecuencia de la falta de un plan de emergencia para enfrentar este tipo de desastres.

Es conveniente destacar que el daño experimentado por los elementos estructurales (muros) y por los elementos arquitectónicos (pisos, cielos falsos) se deben a un asentamiento que se produjo en el sector B tanto en la zona del ingreso lateral como en la esquina donde se encuentran las dos partes del edificio que forman la planta L.

5. Comentarios y recomendaciones

- Es recomendable realizar un estudio de peligro sísmico que identifique el mecanismo que produjo el sismo. Si éste se asocia a fallas activas que existan en Bolivia es recomendable identificar la falla que se activó durante el sismo del 22 de mayo estableciendo su longitud y dirección de propagación.

Además es recomendable establecer las características del sismo máximo que se pueda esperar que ocurra para establecer el riesgo sísmico de las instalaciones de salud existentes, tanto de las revisadas como de las existentes en las zonas sísmicamente activas, teniendo en cuenta las características sismorresistentes de su sistema estructural.

- Es conveniente estudiar las condiciones locales que han determinado que el daño observado no sea homogéneo, como resultado de este estudio se podrá determinar la

ubicación más segura de las instalaciones de salud que se proyecten construir o se podrá determinar la reubicación de las existentes de mayor riesgo

- Es recomendable no utilizar los edificios de adobe del hospital Carmen López. Por el nivel de daño experimentado por estos edificios es económicamente conveniente reemplazar estos edificios por otros de mejor comportamiento sísmico.
- Los edificios de albañilería construido entre 1900 y 1991 deben reforzarse para evitar que se continúen produciendo asentamientos como los observados.
- Los daños de los cielos falsos deben repararse para recuperar la confianza de los funcionarios y de los pacientes. La solución reparación que se efectúe dependerá del tipo de cielo falso existente
- Es necesario proteger sísmicamente los equipos y suministros de los hospitales. Durante la visita a los hospitales de Aiquile se pudo comprobar que en este tema queda mucho por hacer
- Cualquiera sea la reparación o refuerzo que se realice debe contar con la participación de un ingeniero civil estructural con conocimientos de diseño sísmico
- Las soluciones de reparación que se propongan deben aprovechar las fortalezas de la región. En relación con esto, durante la visita se pudo comprobar que existe una buena calidad de las unidades cerámicas y de la mano de obra para construir estructuras de albañilería. Además este tipo de construcción mostró un buen comportamiento.

ANEXO A

DEFINICION DEL GRADO DE INTENSIDAD SEGUN EL DAÑO OBSERVADO

De acuerdo con la escala MSK, el grado de intensidad sísmica se puede definir de acuerdo con la distribución del daño estructural. En el caso particular de una muestra de viviendas de adobe la distribución estadística de los distintos niveles de daño para cada uno de los grados de intensidad por sobre el grado V es la indicada en la Tabla A1

La descripción de los distintos grados de daño es la siguiente ¹:

- Grado 0: Sin daños
- Grado 1 Daños ligeros, grietas finas en estucos.
- Grado 2 Daños moderados, grietas horizontales en antetechos, tímpanos y chimeneas. Grietas verticales en el encuentro de muros, sin que se presente separación. Grietas finas en muros bajo el nivel del cielo
- Grado 3: Daños graves. Caída de antetechos, tímpanos o partes de chimeneas. Grietas verticales en el encuentro entre muros con separación, indicando desaplomo. Grietas verticales en el encuentro entre muros con separación indicando desaplomo. Grietas diagonales en muros bajo el nivel del cielo
- Grado 4, Destrucción. Partes de los edificios pueden derrumbarse. Caída de un muro o parte de un muro bajo el nivel del cielo
- Grado 5 Daño total. Caída de más de un muro.

J. Monge E. y M. Astroza Y., 1989, Metodología para determinar el grado de intensidad a partir de los daños, 5tas Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Santiago Chile

TABLA A1. Distribución de los grados de daño en función de la intensidad sísmica para viviendas de adobe.

GRADO DE INTENSIDAD	DISTRIBUCION ESTADISTICA
V	5 % grado 1 95% grado 0
VI	5% grado 2 50% grado 1 45% grado 0
VII	5% grado 4 50% grado 3 35% grado 2 10% grado 1
VIII	5% grado 5 50% grado 4 35% grado 3 10% grado 2
IX	50% grado 5 35% grado 4 15% grado 3
X	75% grado 5 25% grado 4
XI	100% grado 5