

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2017.06.4>

Мелкумян М.Г.

Доктор технических наук, профессор,
Президент Армянской Ассоциации сейсмостойкого строительства

ВИЗИТ В АРЕКИПУ (ПЕРУ) И ВОЗМОЖНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЙ

Аннотация

В статье приведена краткая информация о развитии и внедрении разработанных автором систем сейсмоизоляции в Армении и о ее лидирующем положении в данной области. В связи с этим отмечается желание научных центров, проектных институтов, университетов, академий разных стран перенять опыт Армении. В качестве иллюстрации сказанного изложен материал о недавнем визите автора в город Арекипу по приглашению Католического Университета Сан Пабло, где были прочитаны лекции, проведен «мастер класс» и дана пресс-конференция. Вместе с этим отмечается неподдельное стремление молодых перуанских специалистов внедрять технологии сейсмоизоляции и приводится конструктивное решение сейсмоизолированного жилого здания, разработанное при консультативном содействии автора.

Ключевые слова: сейсмоизоляция в Армении, развитие и внедрение, визит в Перу, передача опыта, сейсмоизолированное здание, конструктивное решение, консультативная помощь.

Melkumyan M. G.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
President of the Armenian Association for Earthquake Engineering

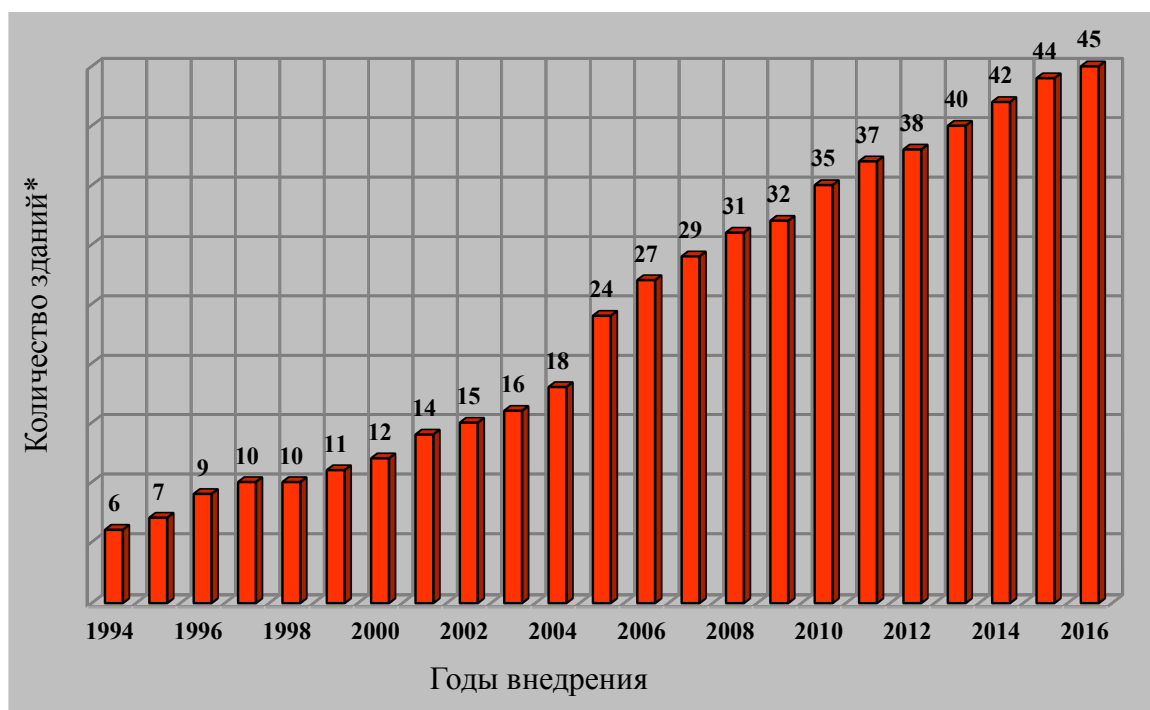
VISIT TO AREQUIPA (PERU) AND POSSIBILITY OF COOPERATION IN THE AREA OF EARTHQUAKE- RESISTANT BUILDING

Abstract

The article contains brief information on the development and implementation of seismic isolation systems developed by the author in Armenia and on its leading position in this field. In this regard, the desire of scientific centres, design institutes, universities, academies of different countries to learn from the experience of Armenia is emphasized. As an illustration of what has been said, the material deals with the author's recent visit to Arequipa at the invitation of the Catholic University of San Pablo, where lectures were delivered, a workshop was held and a press conference was given. Along with this, genuine desire of young Peruvian specialists to introduce seismic isolation technologies is noted and constructive solutions of the seismically insulated residential buildings were developed with the author's help.

Keywords: seismic isolation in Armenia, development and implementation, visit to Peru, exchanging experience, seismically insulated building, constructive solution, advisory assistance.

Армения единственное государство среди развивающихся стран, в котором сейсмоизоляция зданий, в результате научных и практических работ автора настоящей статьи, получило довольно широкое применение и признание со стороны международной профессиональной общественности [1, 2, 3]. В настоящее время Армения занимает лидирующее положение в мире (второе после Японии) по числу сейсмоизолированных зданий (вновь построенных или усиленных), приходящихся на душу населения [4, 5]. Как отмечается в [6, 7], Армения является пионером использования сейсмоизоляции среди развивающихся стран. Технология сейсмоизоляции здесь находит широкое применение при возведении новых и при усилении существующих жилых зданий, школ, больниц, гостиниц, бизнес-центров. При этом Армения первая в мире страна, где усиление существующих зданий было выполнено с использованием сейсмоизолирующих устройств в основании и на покрытии зданий без выселения жильцов [8, 9]. Количество зданий, в которых применены системы сейсмоизоляции, в стране уже достигло 50 (рис. 1), а количество произведенных в Армении, испытанных и установленных в зданиях слоистых резино-металлических опор сейсмоизоляции (СРМОС) перевалило за цифру 5000 штук (рис. 2) [10].



*) Указанное количество соответствует зданиям с системами сейсмоизоляции, построенным или усиленным в Армении только по проектам автора данной статьи

Рис. 1 - Количество зданий с системами сейсмоизоляции в уровне фундамента или покрытия вновь построенных или усиленных в Армении с 1994 по 2016 годы

Приведенная выше краткая информация делает понятным желание специалистов разных стран перенять опыт Армении, как это было сделано, например, в Иркутске [11], когда автором, для усиления 100-летнего здания банка путем сейсмоизоляции, были переданы российским коллегам чертежи, фотографии, видеоматериалы усиления существующего здания в Ваназоре. Российские специалисты на месте были также подробно ознакомлены с технологией автора [12] и получили все необходимые разъяснения и комментарии.

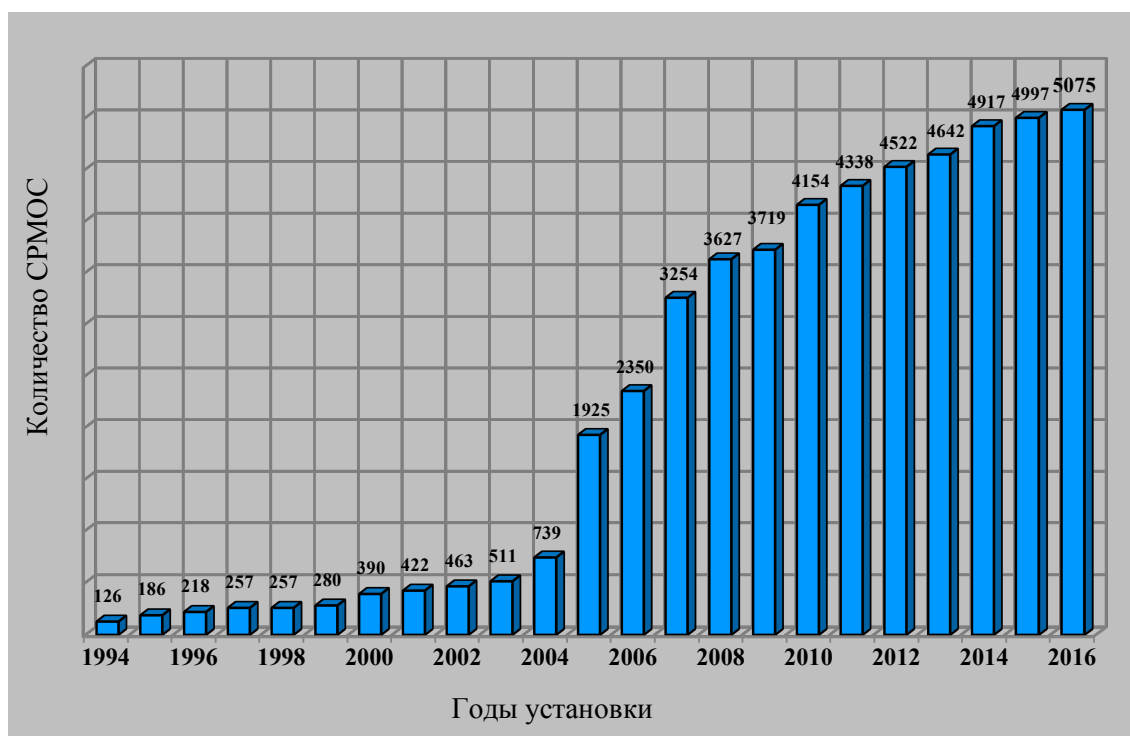


Рис. 2 - Количество СРМОС установленных в зданиях с системами сейсмоизоляции вновь построенных или усиленных в Армении с 1994 по 2016 годы

Международное признание и высокая оценка выполненных работ подтверждается не только публикациями известных ученых разных стран, но и желанием многих специалистов более детально ознакомиться с разработанными и внедренными в Армении технологиями сейсмоизоляции и обсудить их непосредственно с автором данных работ. Этим и объясняются довольно частые приглашения научными центрами, проектными институтами, университетами, академиями. Из недавних выступлений автора можно отметить лекции в Японской Ассоциации по сейсмоизоляции, в Институте гражданского строительства и технологии Венского Технического университета. А в конце октября – начале ноября 2016 года автор был приглашен в Перу Католическим Университетом Сан Пабло города Арекипа, где для студентов и преподавателей факультета гражданского строительства выступил с лекциями и провел «мастер класс» по следующим темам (рис. 3):

1. Сейсмоизоляция (в фундаментной части и на уровне покрытия) – идея, инновация, развитие и дальнейшее применение в Армении;
2. Внедрение сейсмоизоляции для строительства новых средне- и много-этажных зданий;
3. Уникальные технологии усиления и восстановления существующих рамных и рамно-связевых зданий больницы и гостиницы путем сейсмоизоляции в фундаментной части;
4. Уникальная технология повышения сейсмостойкости существующих каркасных зданий путем сейсмоизоляции на уровне покрытия;
5. Создание и применение нового метода расположения резино-металлических опор сейсмоизоляции группами;
6. Сейсмический риск разрушения существующих зданий в Армении – причины и последствия;
7. Уникальная технология усиления и восстановления существующих каменных зданий (жилого и школьного) путем сейсмоизоляции в фундаментной части



FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE
San Pablo Catholic University, Arequipa – Peru

Research Group in Earthquake Engineering and
Structural Mechanics,
Faculty of Civil Engineering and Computer Science
San Pablo Catholic University

Professor Mikayel Melkumyan
President
Armenian Association for Earthquake Engineering
1, Charents st., 0025, Yerevan, Armenia
Phone: +374 (91) 94 54 02
Fax: +374 (10) 57 65 71
E-mail: mmelkumi@yahoo.com

June 17th, 2016

Dear Professor Melkumyan,

It is my great pleasure to invite you to visit the San Pablo Catholic University for the period from October 31st, 2016 to November 4th, 2016. Your visit will be supported by the Research Group in Earthquake Engineering and Structural Mechanics, and you are expected to collaborate with Dr. Simbort on the project entitled Code Provisions for Seismic Isolation in Peru. Also, we would be happy to include your lecture in the programme of our research seminars during your visit.

RGE&SM will cover the costs of your travel, accommodation and subsistence expenses related to your visit. RGE&SM does not provide insurance services, and this is a responsibility of all visitors to have a comprehensive travel insurance including the medical cover.

I very much hope that you are able to accept the invitation, and I am looking forward to welcoming you in Arequipa.

Yours sincerely,

MBA: Héctor Ortiz Castro
Dean Faculty of Civil Engineering and
Computer Science

Eng. Luis Becerra Stock
Director Professional School of
Civil Engineering

■ Campus Urb. Campaña Paisajista s/n, Quinta Vivanco, Barrio de San Lázaro, Arequipa - Perú Telf. (51-54) 605600
Campus Av. Salaverry 301, Vallecito. Telf. (51-54) 605600, Fax (51-54) 281517
Visite: www.ucsp.edu.pe



MASTER CLASS
**Aplicación de técnicas
innovadoras en el aislamiento
sísmico de edificaciones**

02 NOV
Auditorio San Juan Pablo II
De 18:00 a 21:00 h

Dr. Sc. Mikayel Melkumyan
Graduate studentship in Research Institute of
Construction and Architecture in Yerevan, Armenia

INVERSIÓN
S/ 150 Profesionales
S/ 135 Egresados
S/ 100 Estudiantes

Informes e inscripciones:
Facultad de Ingeniería y Computación
Universidad Católica San Pablo
Campus San Lázaro - Edificio Newman, tercer nivel
Quinta Vivanco s/n - Urb. Campaña Paisajista, Arequipa
(054) 605630 anexo 487
timedina@ucsp.edu.pe
ucsp.edu.pe/civil



Semana de la Facultad de Ingeniería y Computación

INGENIERÍA CIVIL

**31 de octubre
al 05 de noviembre**

Lunes 31

10:00 - 12:30 h
Laboratorios campus Salaverry
Visitas guiadas al laboratorio de Ing. Civil
Ing. Fernando Garica

18:00 - 21:00 h
Auditorio San Juan Pablo II
Conferencia: Aislamiento Sísmico
Dr. Sc. Mikayel Melkumyan (Armenia)

Jueves 03

09:00 - 12:00 h
Laboratorios campus Salaverry
1er Concurso Interno de Puentes de Madera
Jurados: Galvarino Pinto, Enrique Simbort,
Fernando Garica, Oscar Cáceres (Apoyo)

15:30 - 17:00 h
Auditorio San Juan Pablo II
Conferencia: Fundamentos del Aislamiento Sísmico
y Disipación de Energía
Dr. Sc. Mikayel Melkumyan (Armenia)

19:00 - 21:00 h
Auditorio San Juan Pablo II
Presentación de los laboratorios de Ingeniería Civil
Ing. Luis Becerra Stock

Miércoles 02

09:00 - 12:00 h
Laboratorios campus Salaverry
1er Concurso Interno de Puentes de Soga
Jurados: Galvarino Pinto, Luis Becerra Stock,
Fernando Garica, Oscar Cáceres (Apoyo)

18:00 - 21:00 h
Auditorio San Juan Pablo II
Master class : Aplicación de técnicas innovadoras
en el Aislamiento Sísmico de Edificaciones
Dr. Sc. Mikayel Melkumyan (Armenia)

Viernes 04

11:30 - 13:00 h
Aula PB 08
Conferencia: Diseño Sísmico Avanzado
Ph.D. Genser Villareal (Perú)

14:00 - 17:00 h
Laboratorios campus Salaverry
Concurso Rotura de Probetas de Concreto
(Resistencia Controlada)
Ing. Fernando Garica

Para inscribirte y separar tu cupo en alguno de estos eventos ingresa aquí:
ucsp.edu.pe/civil/semanafacultad

Facultad de Ingeniería y Computación
Universidad Católica San Pablo
Campus San Lázaro - Edificio Newman, tercer nivel
Quinta Vivanco s/n - Urb. Campaña Paisajista
605630 anexo 487
timedina@ucsp.edu.pe
ucsp.edu.pe/civil




CERTIFICATE OF APPRECIATION

The Faculty of Civil Engineering and Computer Science of the San Pablo Catholic University in the city of Arequipa, Peru certifies that Prof. Dr. Mikayel Melkumyan in accordance with our invitation has carried out two lectures and a master class from October 31 to November 4, 2016 on the following topics.

First lecture:

1. Seismic (base and roof) isolation - idea, innovation, development and further application in Armenia
2. Implementation of seismic isolation for construction of new medium- and multi-story buildings

Master class:

3. Unique retrofitting base isolation technologies for existing frame and braced-frame hospital buildings
4. Unique roof isolation technology for upgrading earthquake resistance of existing frame buildings
5. Creation and application of new method of seismic isolation rubber bearings' location by clusters

Second lecture:

6. Seismic risk of destruction of existing buildings in Armenia - reasons and consequences
7. Unique retrofitting base isolation technology for existing stone-masonry apartment and school buildings

We especially emphasize his high professionalism and invaluable information, which he provided for students and faculty during all presentations that were very well attended and raised huge interest among participants. Prof. Dr. Melkumyan's knowledge, rich experience and efforts in conducting the above are highly appreciated and will significantly contribute to the development of seismic isolation technologies in Peru.

Arequipa, November 2016

MBA: Héctor Ortiz Castro
Dean Faculty of Civil Engineering and
Computer Science

Eng. Luis Becerra Stock
Director Professional School of
Civil Engineering

Рис. 3 - Материалы по приглашению, лекциям и «мастер классу», проведенным автором в Католическом Университете Сан Пабло города Арекипа, Перу

Пребывание и проведенные мероприятия в Католическом Университете Сан Пабло достаточно широко освещались в прессе. Ниже приводятся статьи из некоторых газет.

ESPECIAL ESPECIALISTA LLEGÓ POR PRIMERA VEZ A AREQUIPA Aislamiento sísmico para reducir la vulnerabilidad ante terremotos

Uno de los mayores expertos internacionales en movimiento telúrico llegó a la Ciudad Blanca.

Noticias

Dr. Mikayel Melkumyan, presidente de la Asociación de Ingeniería Sismo Resistente de Armenia, llegó a Arequipa a fin de presentar una innovadora técnica de aislamiento sísmico en las construcciones. La técnica puede ser aplicada tanto en edificaciones nuevas como en edificios ya construidos. Utilizando esta técnica en las construcciones se reduciría la vulnerabilidad de las ciudades ante los terremotos porque se evitaría el colapso de las estructuras. El especialista llegó a

DATOS

Con la técnica del Dr. Melkumyan se ha mejorado 36 edificios ya construidos en Armenia, y se están levantando otros 7 aplicando el aislamiento sísmico de base.

Arequipa gracias a la invitación de la Facultad de Ingeniería Civil de la UCSP (Universidad Católica San Pablo), a fin de dar una serie de charlas por la semana de aniversario de la Facultad de Ingeniería y Computación. El es uno de los mayores expertos en técnicas de aislamiento sísmico a nivel internacional. La técnica creada por el Dr. Melkumyan consiste en separar la edificación del suelo colocando entre uno y otro, elementos flexibles a manera de amortiguadores llamados aisladores sísmicos. De este modo el

edificio no tiene un buen diámetro, ni una buena construcción y no se aplica la tecnología. Ante esta situación exhortó a las autoridades tener en cuenta nuevas técnicas como la que ha presentado ya que así se puede proteger a la población. No se debe esperar a que pase una catástrofe sino que se tiene que actuar antes. En Perú se dice que aplicar el aislamiento sísmico en edificaciones públicas como hospitales y colegios, porque

Reportaje publicado en la página 11 del diario Noticias, el 4 de noviembre de 2016.



que no tienen un buen diámetro, ni una buena construcción y no se aplica la tecnología. Ante esta situación exhortó a las autoridades tener en cuenta nuevas técnicas como la que ha presentado ya que así se puede proteger a la población. No se debe esperar a que pase una catástrofe sino que se tiene que actuar antes. En Perú se dice que aplicar el aislamiento sísmico en edificaciones públicas como hospitales y colegios, porque

que no tienen un buen diámetro, ni una buena construcción y no se aplica la tecnología. Ante esta situación exhortó a las autoridades tener en cuenta nuevas técnicas como la que ha presentado ya que así se puede proteger a la población. No se debe esperar a que pase una catástrofe sino que se tiene que actuar antes. En Perú se dice que aplicar el aislamiento sísmico en edificaciones públicas como hospitales y colegios, porque

que no tienen un buen diámetro, ni una buena construcción y no se aplica la tecnología. Ante esta situación exhortó a las autoridades tener en cuenta nuevas técnicas como la que ha presentado ya que así se puede proteger a la población. No se debe esperar a que pase una catástrofe sino que se tiene que actuar antes. En Perú se dice que aplicar el aislamiento sísmico en edificaciones públicas como hospitales y colegios, porque

que no tienen un buen diámetro, ni una buena construcción y no se aplica la tecnología. Ante esta situación exhortó a las autoridades tener en cuenta nuevas técnicas como la que ha presentado ya que así se puede proteger a la población. No se debe esperar a que pase una catástrofe sino que se tiene que actuar antes. En Perú se dice que aplicar el aislamiento sísmico en edificaciones públicas como hospitales y colegios, porque

Aisladores sísmicos son la solución en edificaciones



Mikayel Melkumyan, presidente de la Asociación de Ingeniería Sismo Resistente de Armenia, quien es además el creador de la técnica de aislamiento sísmico de base y de piso superior, estuvo de visita en Arequipa y realizó una serie de sugerencias.

Explicó que su creación consiste en separar el edificio del suelo colocando en medio de ambos elementos flexibles como amortiguadores o cojinetes, llamados aisladores sísmicos, de tal modo que cuando se produce un movimiento sísmico, la estructura no se afecta.

"No hay que esperar que ocurra una catástrofe para aplicar el aislamiento sísmico en las edificaciones tanto nuevas como en las ya existentes en Arequipa", explicó el especialista y además dijo que es un sistema económico.

Mikayel Melkumyan, presidente de la Asociación de Ingeniería Sismo Resistente de Armenia y especialista en sistemas de construcción, estuvo visitando desde hace algunos días la ciudad de Arequipa y pudo confirmar que las construcciones, no solo las que están ubicadas en el Centro Histórico, sino aquellas que ostentan algún grado de modernidad, no reúnen requisitos mínimos de seguridad como para soportar un sismo de grandes proporciones.

Nota publicada en la página 06 del diario Correo, el 4 de noviembre de 2016.



Rueda de Prensa con el Dr. Melkumyan.



Impulsan proyecto de aislamiento sísmico en universidad arequipeña

Protege estructura de impacto sísmico. Publicado: 9/11/2016



Dr. Sc. Mikayel Melkumyan, uno de los principales exponentes del aislamiento sísmico en el mundo

Agregó que en la actualidad, utilizando esta tecnología, el número de edificios ya construidos y modernizados en Armenia ha llegado a 45, mientras que siete están en construcción. Por lo tanto, el número de edificios con aislamiento sísmico per cápita en Armenia es uno de los más altos del mundo, debido a que el país es fabricante de aisladores sísmicos de caucho.

La implantación de esta tecnología en el Perú significaría un paso importante en la prevención ante sismos y también permitiría el ahorro en costos de construcción, pues su aplicación en Armenia redujo el uso del concreto y el refuerzo en estructuras portantes (columnas y vigas), lo que representó un ahorro entre 30 a 35 por ciento en una construcción nueva; mientras que en una ya existente el costo que se estimó fue de 3 a 5 veces menor que los sistemas de reforzamiento tradicionales.

Por último, Melkumyan sostuvo que para iniciar con la aplicación del aislamiento sísmico en el Perú se necesita del financiamiento de empresas y personas de poder adquisitivo y pensamiento preventivo, como ya se muestran en países de Latinoamérica como es el caso de Chile, que como el Perú, está ubicado en una zona altamente sísmica.

Arequipa, nov. 9. Un proyecto de aislamiento sísmico que busca proteger una estructura de un impacto sísmico desarrollan docentes y estudiantes de una universidad de Arequipa con apoyo de especialistas extranjeros, se informó. El proyecto es desarrollado por el grupo de investigación en Ingeniería Sismo Resistente y Mecánica Estructural de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica San Pablo (UCSP) de Arequipa.

Se informó que el proyecto recoge lo último en tecnología de aislamiento sísmico que evitará pérdidas humanas y materiales en caso de sismos en el Perú.

Dr. Sc. Mikayel Melkumyan, uno de los principales exponentes del aislamiento sísmico en el mundo, presidente de la Asociación de Ingeniería Sismo Resistente de Armenia, llegó a Perú para colaborar en las investigaciones.

Según la universidad, se trata de la herramienta más potente de la ingeniería sísmica, capaz de proteger a una estructura del efecto devastador del impacto sísmico a través de un diseño inicial apropiado o de su modificación posterior, sin necesidad de que el edificio sea deshabitado durante los trabajos.

"Esta tecnología consiste en separar del suelo la infraestructura de un edificio, para que el movimiento del suelo debido al sismo no llegue a las estructuras de la edificación y, por ende, no se dañe. Se logra mediante la instalación de elementos muy flexibles en sentido horizontal por encima de la cimentación, llamados aisladores sísmicos que permiten soportar el peso de la estructura", declaró Mikayel Melkumyan.

El Pueblo el Diario PATRIMONIO CULTURAL DE AREQUIPA

Un terremoto como el de Italia destruiría Arequipa en un 90%

06 de Noviembre de 2016. Por: Roxana Ortiz A.



Fuerte terremoto se trajo abajo las principales viviendas de Italia.

“Lo que se ha visto con el reciente sismo de Italia es lo que podría estar pasando en Arequipa, porque las construcciones tienen características similares. Yo creo que por ahora solo les queda rezar para que no tengan más víctimas que las que se tuvo allí”, dijo el especialista.

Prefirió no mencionar casos específicos de lo que había observado, pero dijo que le llamó la atención que en las columnas que sustentan las construcciones, se utilicen materiales nada adecuados para soportar varios pisos. Dijo que las columnas que sostienen la edificación son demasiado delgadas y los fierros de la misma manera.

Ante decenas de estudiantes de Ingeniería Civil de la San Pablo, realizó una simulación sobre cómo quedaría un edificio al ser sometido a un sismo de más de 6 grados y con poca profundidad, comparándolo con otro debidamente reforzado, siendo las conclusiones evidentes.

Sin embargo, indicó que las cosas no están de alguna manera perdidas, ya que se pueden obtener soluciones utilizando métodos modernos para reforzar dichas construcciones y sobre todo, evitar que los sismos que son muy comunes en esta zona del país, no causen mayores daños.

AISLAMIENTO SÍSMICO

Luego del terremoto de Armenia, que dejó más de mil muertos en el año 1988, comenzó a investigar cómo se podía lograr la resistencia de los edificios ante los movimientos de la tierra.

Llegó a la conclusión que se podía utilizar aisladores para disminuir los efectos de los sismos en los edificios, tal y como se viene utilizando en países como Japón o Chile, metodología que ha demostrado a nivel mundial, que son capaces de aminorar notoriamente los daños que producen los terremotos en las estructuras de edificios.

La idea está basada en aislar una estructura del suelo mediante elementos que reducen el efecto de los sismos sobre la construcción. Estos elementos se denominan aisladores sísmicos y son dispositivos que absorben mediante deformaciones elevadas, la energía que un terremoto transmite a la edificación, una especie de grandes resortes que se colocan entre el piso y la base del edificio.

Estos dispositivos pueden ser de diferentes tipos y formas, los más conocidos son los hechos en goma de alto amortiguamiento, goma con núcleo de plomo, neoprénicos o friccionales.

Al utilizar estos elementos, la estructura sufre un cambio en la forma cómo se mueve durante un sismo y la reducción importante de las fuerzas que actúan sobre ella en esos momentos.

El aislamiento sísmico surge en Armenia a partir de 1994 en donde se ha desarrollado a través de los proyectos financiados por instituciones internacionales (Banco Mundial, la ONUDI, Huntsman Corporation, Caritas Suiza). Las ventajas de aislamiento sísmico eran tan evidentes que en los años siguientes hubo un gran interés en la aplicación de esta tecnología demostrada por las empresas privadas y el gobierno de ese país.

Desde allí se produjo un mayor desarrollo de la aislación sísmica, la que continuó a través de proyectos financiados por las instituciones gubernamentales, no solo en edificios privados, sino en escuelas, colegios, universidades, hospitales y otros, que albergan a gran cantidad de personas.

Los aisladores sísmicos de goma que patentó Mikayel Melkumyan permite el ahorro significativo en los costos de construcción, y al mismo tiempo aumentan la fiabilidad de los edificios de nueva construcción o los reacondicionados.

Hay varias razones por las cuales aplicando esta tecnología se puede ahorrar mucho dinero en la construcción, si es que por ejemplo, se adquiere los aisladores de goma hechos en Armenia, los que cuestan significativamente más barato que los aisladores fabricados en otras partes del mundo. Esto está condicionado por el menor costo laboral, disponibilidad de componentes de caucho en el país, así como la existencia de varias fábricas dedicadas a su elaboración.

A ello se suman las disposiciones del Código Sísmico de Armenia para estructuras que son más progresistas en comparación con, por ejemplo, el Código de Estados Unidos en términos de análisis y diseño de superestructuras de edificios con aislamiento sísmico de base.

Aislamiento sísmico para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones ante terremotos

25 noviembre, 2016

El **Dr. Mikayel Melkumyan**, presidente de la **Asociación de Ingeniería Sismorresistente de Armenia**, llegó a Arequipa a fin de presentar una **innovadora técnica de aislamiento sísmico** en las construcciones la cual puede ser aplicada tanto en edificaciones nuevas como en edificios ya construidos. Utilizando esta técnica en las construcciones se reduciría la **vulnerabilidad de las ciudades ante los terremotos** porque se evitaría el colapso de las estructuras.

El especialista llegó a Arequipa gracias a la invitación de la **Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Católica San Pablo (UCSP)**, a fin de dar una serie de charlas por la **semana de aniversario de la Facultad de Ingeniería y Computación**. Él es uno de los mayores expertos en técnicas de aislamiento sísmico a nivel internacional.

La técnica utilizada por el Dr. Melkumyan consiste en separar la edificación del suelo colocando en entre uno y otro, elementos muy flexibles en dirección horizontal llamados **aisladores sísmicos**. De este modo al ocurrir un movimiento sísmico, la estructura no se ve afectada. Es más, las personas pueden permanecer dentro pues es totalmente seguro.



Uno de los mayores expertos en técnicas de aislamiento sísmico a nivel internacional llegó a Arequipa



Dr. Melkumyan junto a docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Los **aisladores** colocados en la base se da en el caso de los edificios nuevos. Para los que ya están construidos se interviene en sus bases de modo paulatino a fin de ir colocando los aisladores por etapas sin afectar la **estabilidad de la estructura**.

El especialista precisó que esta técnica es más económica que las tradicionales. El **ahorro** en caso de una construcción nueva puede ser de 30 a 35%. En los edificios ya construidos el costo es 3 a 5 veces menor que los sistemas de reforzamiento tradicionales.

Otra de las ventajas es que **no se necesita desocupar el edificio** para realizar los trabajos y se hace en un **tiempo menor**, de 3 a 5 meses. Por lo general, trabajos similares tardan entre año y medio a 2 años.

El caso de Arequipa y Perú

Aunque esta es la primera visita del **Dr. Melkumyan** a nuestro país dijo que es evidente que la **calidad de las edificaciones** es deficiente porque no tienen un buen diseño, ni una buena construcción y no se aplica la tecnología. Ante esta situación exhortó a los profesionales y a las autoridades tener en cuenta **nuevas técnicas** como la que ha presentado ya que así se puede proteger a la población.

"No se debe esperar a que pase una catástrofe sino que se tiene que actuar antes. En Perú se debe aplicar el aislamiento sísmico principalmente en edificaciones públicas como hospitales y colegios, porque tiene una gran afluencia de personas. Al inicio va a ser costoso e incluso va a haber oposición, pero al ver los resultados se darán cuenta que es importante y necesario aplicar estos nuevos métodos. Eso es lo que pasó en Armenia", comentó.

La **técnica de reforzamiento con aislamiento sísmico** del Dr. Melkumyan también es propicia para Arequipa pues puede ser aplicada en **monumentos históricos** tal como ya lo ha hecho en países de Europa y en el suyo propio. La ventaja es que al aplicarla no se altera en nada la construcción histórica sino que se trabaja en las bases sin la necesidad de retirar o alterar otras partes de la edificación. De este modo también se preserva el legado histórico.

Cabe indicar que **Armenia** es uno de los países con mayor cantidad de edificios con aislamiento sísmico per cápita en el mundo. Las disposiciones del **Código Sísmico de Armenia** para estructuras sísmicamente aisladas son mucho más progresistas a la de otros países como Estados Unidos. Con la técnica del Dr. Melkumyan se ha mejorado 45 edificios ya construidos en Armenia y se están levantando otros 42 aplicando el aislamiento sísmico de base.

El especialista espera volver a **Arequipa** próximamente ya sea para aportar en la difusión de estas técnicas, o colaborar con profesionales como el **Dr. Enrique Simbort** y el **M.Sc. Galvarino Pinto**, quienes lideran el **Grupo de Investigación en Ingeniería Sismorresistente y Mecánica Estructural**, en donde actualmente se vienen realizando investigaciones sobre la aplicación del aislamiento sísmico de estructuras en Arequipa.

Надо сказать, что в Перу нормативное поле по проектированию и строительству зданий с системами сейсмоизоляции практически отсутствует. Нет и собственных исследований и разработок в этой области. Однако,

среди молодых специалистов есть наличие определенной базы знаний и большое желание создать и внедрить в их стране системы сейсмоизоляции. Но самое важное и удивительное, что было с удовлетворением отмечено автором данной статьи, это неподдельное желание некоторых архитекторов и людей, занимающихся строительным бизнесом, внедрять в своих зданиях технологии сейсмоизоляции. Именно такое стремление молодых ученых, инженеров, архитекторов и бизнесменов легло в основу объединения их усилий и приглашения автора к сотрудничеству с вовлечением в разработку систем сейсмоизоляции применительно к конструктивным решениям, распространенным в Перу. Кроме того, преследовалась цель разработки нормативных положений и требований с целью внедрения в данной стране систем сейсмоизоляции.

При консультативном содействии автора были разработаны системы сейсмоизоляции для трех зданий (двух жилых и одного гостинично-ресторанного комплекса). При этом здания уже были ранее запроектированы в традиционных вариантах с обычными фундаментами. Однако в данной статье, в качестве примера, приводится конструктивное решение системы сейсмоизоляции для одного из них. Это жилое здание (рис. 4) с шестью надземными этажами и одним подвальным этажом, служащим также паркингом. Несущей конструкцией здания является железобетонный каркас с колоннами сечением 200×200 мм и с заполнением слабо армированной кладкой из пустотелых искусственных блоков. Ригели в уровне междуэтажных перекрытий практически отсутствуют, а сами монолитные перекрытия имеют толщину 200 мм. Здание рассчитано на сейсмическое воздействие с максимальным ускорением грунта $0.35g$.

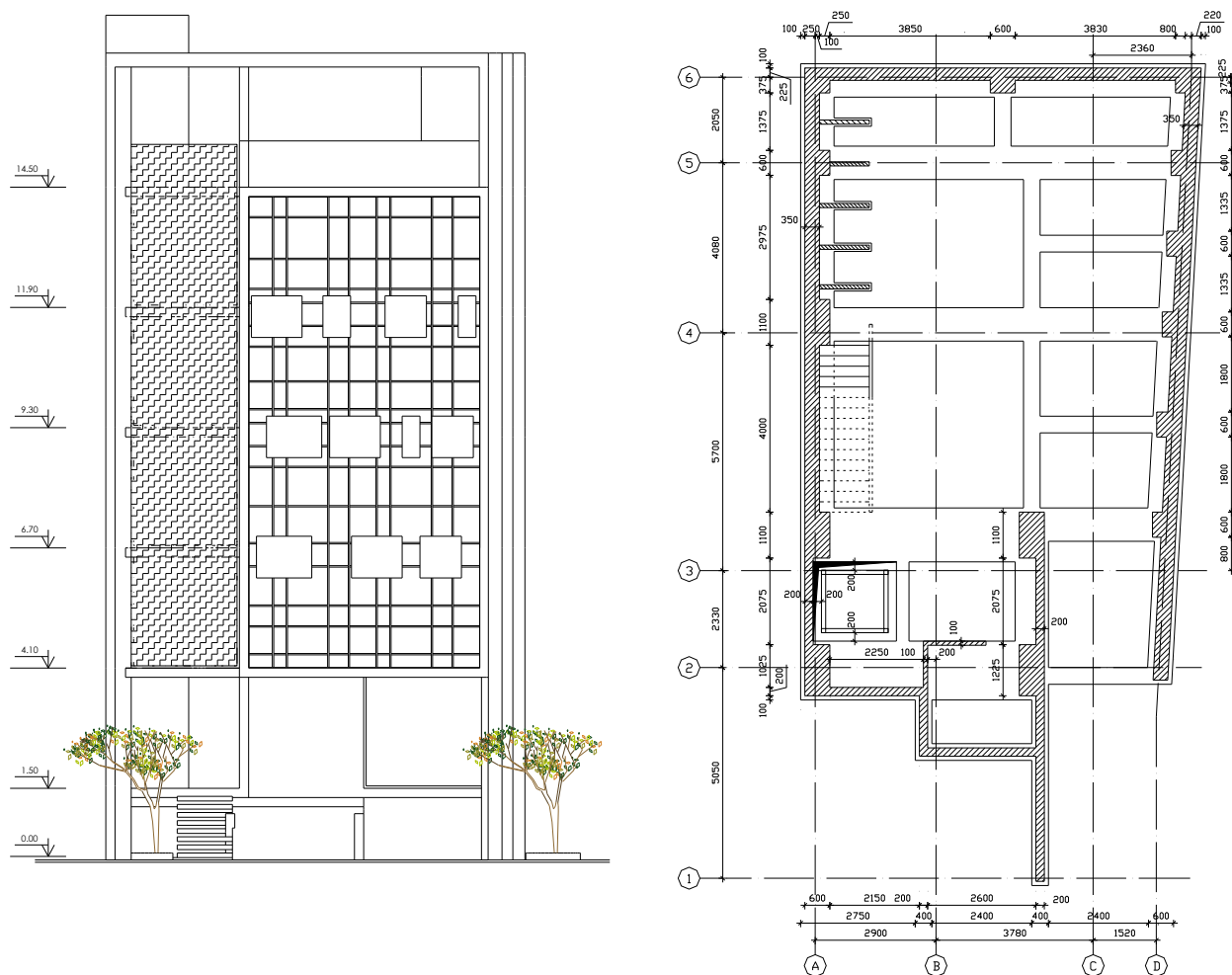


Рис. 4 - Главный фасад жилого здания по ул. Чулло в г. Арекипа (Перу) и план несущих конструкций его подвального этажа, где размещена система сейсмоизоляции (на плане показаны также фундаментные ленты)

Из приведенного следует, что здание не обладает надежностью, имея весьма слабые несущие элементы и неудачное конструктивное решение. Беда в том, что такие дома широко применяются в Арекипа и достаточно популярны в среде архитекторов, которые, к сожалению, задают тон в местной строительной индустрии. Мнение конструкторов, как об этом рассказали автору, здесь мало кого интересует. Даже имеющие место не очень сильные землетрясения, хоть и приводят к повреждениям в зданиях, но не меняют менталитет перуанских проектировщиков. По-видимому, только сильные колебания земной коры заставят их изменить свои представления о надежности сооружений так, как это было в Армении непосредственно после Спитакского землетрясения 7 декабря 1988г. В этой

связи можно сказать, что желание нового поколения научных работников и инженеров изменить создавшуюся ситуацию и перейти в Перу к внедрению инновационных технологий сейсмоизоляции весьма обнадеживает.

Базируясь на собственном опыте, накопленном в Армении, автором совместно с перуанскими инженерами, в порядке оказания технической помощи местным застройщикам, была в эскизном варианте разработана система сейсмоизоляции для вышеупомянутого жилого дома (рис. 5 и 6).

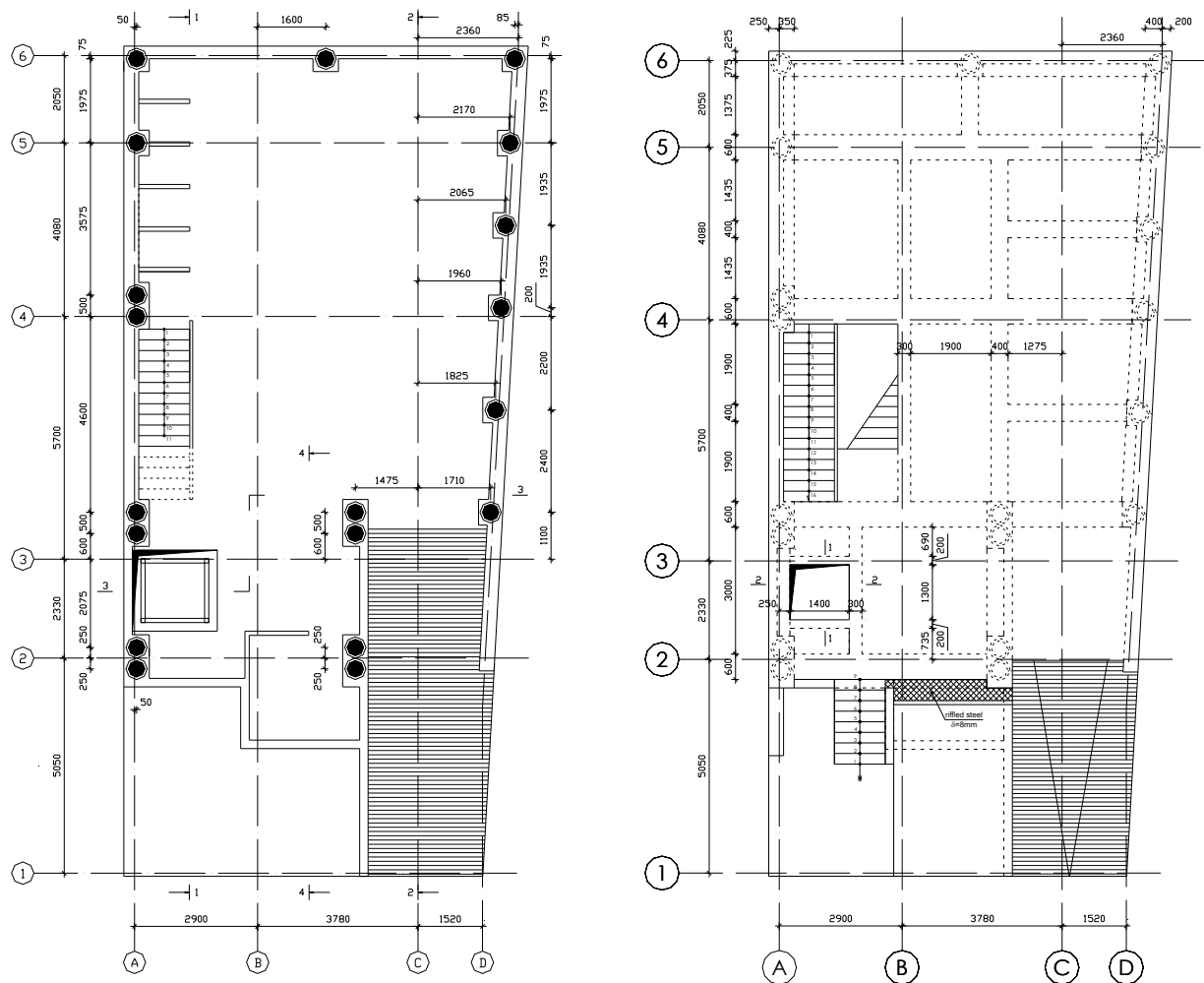


Рис. 5 - План расположения сейсмоизоляторов в подвальном этаже и план перекрытия над системой сейсмоизоляции жилого здания по ул. Чулло в г. Арекипа

Отсюда видно, что система сейсмоизоляции, состоящая из 19 СРМОС, размещена между отметками 0.70–1.50 и имеет над изоляторами железобетонные балки, в которых защемляются несущие конструкции суперструктуры. Таким образом, внутреннее пространство подвального этажа свободно от промежуточных колонн. СРМОС опираются на колонны сечением 600×600 мм и 600×1200 мм, которые по наружному контуру подвала объединены диафрагмами жесткости толщиной 350 мм. Последние должны быть рассчитаны и запроектированы так, чтобы надежно воспринимали горизонтальные нагрузки не только в своей плоскости, но и из (перпендикулярные) плоскости, поскольку в данном конструктивном решении балки под СРМОС, объединяющие все колонны, отсутствуют.

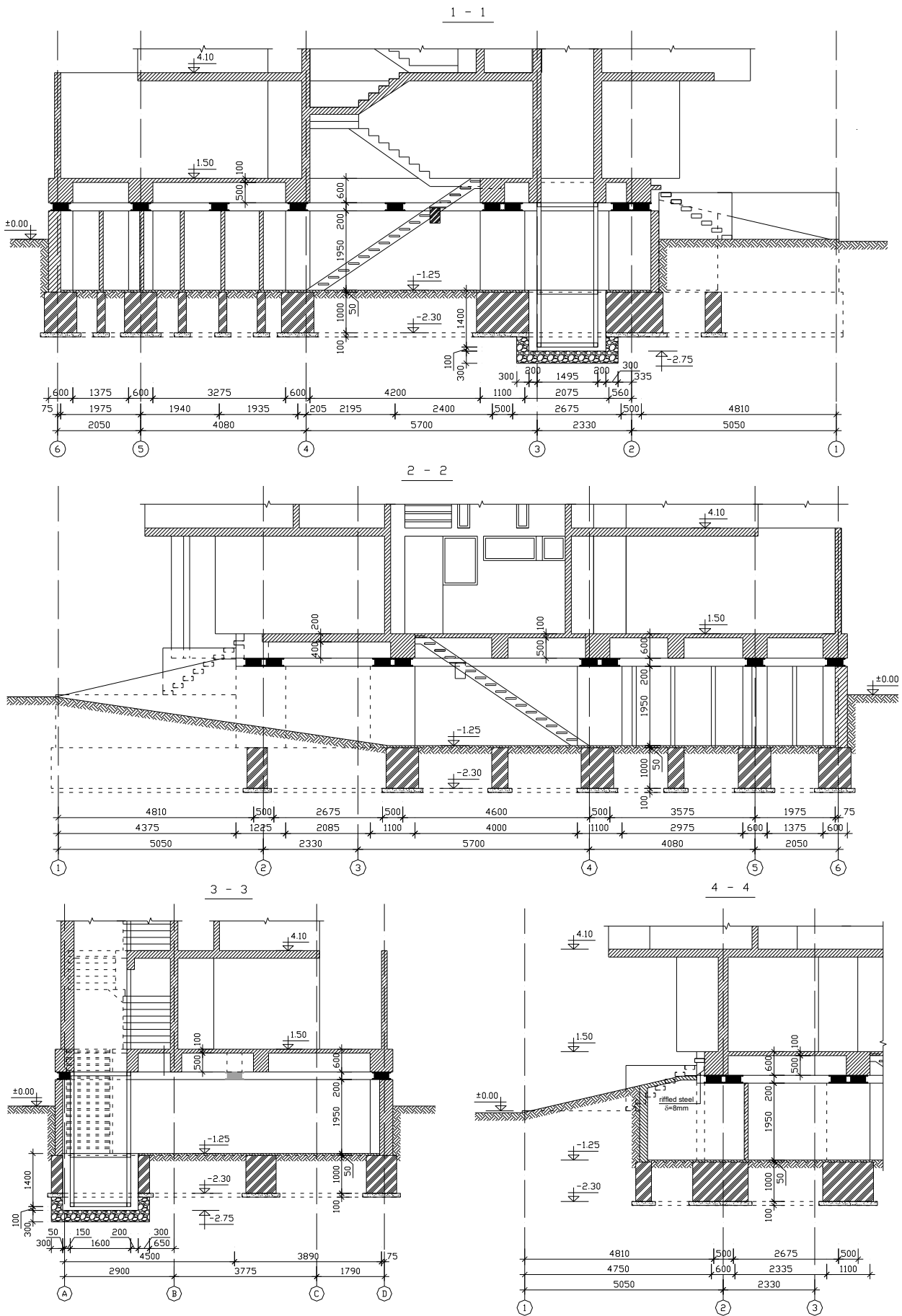


Рис. 6 - Разрезы жилого сейсмоизолированного здания по ул. Чулло в г. Арекипа

Такие конструктивные решения были разработаны и внедрены автором в нескольких сейсмоизолированных зданиях в Армении. Они применяются или по настоянию архитекторов, или при недостаточной высоте помещения, в котором размещается система сейсмоизоляции. Последний случай и имел место в рассматриваемом жилом здании.

В качестве заключения можно сказать, что визит в Арекипу (Перу) был весьма плодотворным и создал благоприятную основу для возможного сотрудничества между Арменией и Перу в области разработки и проектирования систем сейсмоизоляции зданий, а также экспортирования в Перу СРМОС, производимых в нашей республике.

Литература

1. Martelli, M. Forni, G.-B. Arato, B. Spadoni, Overview and summary of the 7th International seminar on seismic isolation, passive energy dissipation and active control of vibrations of structures, *Preface to the Proceedings of the 7th Int. Seminar*, Assisi, Italy, i-xxxvii, 2001.
2. M. Garevski, Development, production and implementation of low cost rubber bearings, *Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering*, vol.17, Earthquake Engineering in Europe. Eds – M. Garevski, A. Ansal, Springer, 411-437, 2010.
3. Э. Хачиян, *Сейсмические воздействия и прогноз поведения сооружений*, Ереван, ГИТУТЮН, 2015.
4. M. Melkumyan, *New solutions in seismic isolation*, Yerevan, LUSABATS, 2011.
5. Martelli, M. Forni, P. Clemente, Recent worldwide application of seismic isolation and energy dissipation and conditions of their correct use, *Сейсмостойкое Строительство. Безопасность Сооружений*, No.6, 2013.
6. Г. Аннаев, Обзорный доклад НИИ Сейсмостойкого строительства Министерства строительства и архитектуры Туркменистана, 2015.
7. G. Buffarini, P. Clemente, S. Serafini, A. De Stefano, R. Olivieri, A. Salvatori, Experimental dynamic analysis and seismic rehabilitation of Palazzo Margherita in L'Aquila, *Speciale. Natural Risks and Protection*, 63-70, II-2012.
8. K. Miyamoto, A. Gilani, Base isolation for seismic retrofit of structures: application to a historic building in Romania, *International Symposium on Seismic Risk Reduction (the JICA Cooperation Project in Romania)*, Bucharest, Romania, 585-592, 2007.
9. Resolution of the 8th World Seminar on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibration Control of Structures, *Proceedings of the 8th World Seminar*, Ed – M. Melkumyan, xxiii-xxv, 2003.
10. M. Melkumyan, Original and innovative structural concepts for design, non-linear analysis and construction of multi-story base isolated buildings, *Performance-Based Seismic Design of Concrete Structures and Infrastructures*, Eds – V. Plevris, G. Kremmyda, Y. Fahjan, IGI Global, 197-238, 2017.
11. V. Smirnov, J. Eisenberg, F. Zhou, Y. Chung, A. Nikitin, Seismoisolation for upgrading of an existing historical building in Irkutsk-City, Siberia-Russia. *12th World Conference on Earthquake Engineering*, Auckland, New Zealand, Paper No. 0962, 2000.
12. M. Melkumyan, Seismic isolation method for an existing building with bearing walls, *Patent of the Republic of Armenia* No.579, 1999.

References

1. Martelli, M. Forni, G.-B. Arato, B. Spadoni, Overview and summary of the 7th International seminar on seismic isolation, passive energy dissipation and active control of vibrations of structures, *Preface to the Proceedings of the 7th Int. Seminar*, Assisi, Italy, i-xxxvii, 2001.
2. M. Garevski, Development, production and implementation of low cost rubber bearings, *Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering*, vol.17, Earthquake Engineering in Europe. Eds – M. Garevski, A. Ansal, Springer, 411-437, 2010.
3. E. Khachiyan, *Seysmichekiye vozdeystviya i prognoz povedeniya sooruzheniy [Seismic Impact and Forecast of Structures Behavior]*, Yerevan, GITUTIUN, 2015. [In Russian]
4. [2] M. Melkumyan, *New Solutions in Seismic Isolation*, Yerevan, LUSABATS, 2011.
5. [3] A. Martelli, M. Forni, P. Clemente, Recent Global Application of Seismic Isolation and Energy Dissipation and Conditions of their Correct Use, *Seismic Resistant Construction. Safety of Facilities*, No.6, 2013.
6. [4] G. Annaiev, *Obzorniy doklad NII Seysmostoykogo stroitelstva Ministerstva stroitelstva i arkhitektury Turkmenistana [Report of the Institute of Earthquake Engineering of the Ministry of Construction and Architecture of Turkmenistan]*, 2015. [In Russian]
7. G. Buffarini, P. Clemente, S. Serafini, A. De Stefano, R. Olivieri, A. Salvatori, Experimental dynamic analysis and seismic rehabilitation of Palazzo Margherita in L'Aquila, *Speciale. Natural Risks and Protection*, 63-70, II-2012.
8. K. Miyamoto, A. Gilani, Base isolation for seismic retrofit of structures: application to a historic building in Romania, *International Symposium on Seismic Risk Reduction (the JICA Cooperation Project in Romania)*, Bucharest, Romania, 585-592, 2007.
9. Resolution of the 8th World Seminar on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibration Control of Structures, *Proceedings of the 8th World Seminar*, Ed – M. Melkumyan, xxiii-xxv, 2003.

10. M. Melkumyan, Original and innovative structural concepts for design, non-linear analysis and construction of multi-story base isolated buildings, *Performance-Based Seismic Design of Concrete Structures and Infrastructures*, Eds – V. Plevris, G. Kremmyda, Y. Fahjan, IGI Global, 197-238, 2017.

11. V. Smirnov, J. Eisenberg, F. Zhou, Y. Chung, A. Nikitin, Seismoisolation for upgrading of an existing historical building in Irkutsk-City, Siberia-Russia. *12th World Conference on Earthquake Engineering*, Auckland, New Zealand, Paper No. 0962, 2000.

12. M. Melkumyan, Seismic isolation method for an existing building with bearing walls, *Patent of the Republic of Armenia* No.579, 1999.
