
ARTÍCULOS ORIGINALES

- Modelamiento matemático de la dispersión de dióxido de azufre en la ciudad de Huaraz
[Mathematical modeling of the dispersion of sulfur dioxide in the city of Huaraz]
Ángel Cobo O., Vladimir Rodríguez S., Jesús Espinola G., Mario Leyva C., Maximiliano Asís L...... 9 - 18
- Cuantificación espectrofotométrica de nitritos en salchicha tipo Frankfurt en Huaraz
[Quantification espectrofotométrica of nitrites in sausage type Frankfurt in Huaraz]
Julio Inti B., Julio Henostroza T., Rafael Castro R...... 19 - 24
- Rendimiento térmico más eficaz de un muro Trombe de concreto en Huaraz en relación
al medio ambiente y a las principales orientaciones-2012 [More effective thermal
performance of a Trombe wall of concrete in Huaraz in relation to the environment and
the major orientations – 2012]
Ronald Corrales P., Víctor Villegas Z...... 25 - 35
- Evaluación del desempeño sísmico del pabellón de laboratorios comunes en la ciudad
universitaria de la UNASAM, Huaraz – 2013 [Evaluation of seismic performance of the
pavilion of common laboratories in the university town of UNASAM, Huaraz – 2013]
Jorge Bedon L., Luis Ita R., Elio Milla V...... 36 - 43
- Propagación del Huanarpo (*Jatropha Macrantha*) con fines de conservación y
re población en la región Ancash [Huanarpo (*Jatropha Macrantha*) propagation for
conservation and resettlement purposes in the Ancash región]
*Prudencio Hidalgo C., César Dávila P., Eladio Tuya C., Zenobio Ospina O., Judith
Norabuena V.*..... 44 - 52
- La puesta en valor del patrimonio minero como alternativa económica tras el cese de la
actividad extractiva. Análisis del caso Español. [Enhacement of mining heritage as an
economic alternative after ceasing the extractive activities. Analysis of Epanish case.]
Rubén Pérez ., Gema Fernández M., Julio de Luis Ruiz., Raúl Husillos R...... 53 - 61
- Resistencias y costos unitarios de concretos fabricados con agregados de la cantera Tacllán,
curados con agua y antisol s [Resistance and costs unit of concrete made with aggregates
from the quarry Tacllán, cured with water and sunscreens s]
Víctor Villegas Z., Miguel Corrales P...... 62 - 68

Ampliación del concepto de líneas de influencia a superficies de influencia con elementos finitos, en puentes de C° A° tipo losa [Turning of influence line concepts into influence surface creation, using finite element method for slap concrete bridges] <i>Willi Taipe F.</i>	69 - 77
Conocimiento sobre transmisión y prevención del VIH/Sida en estudiantes del I Ciclo de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz- 2012-I [Knowledge transfer and HIV/AIDS in students of cycle I Santiago Antúnez of Mayolo National University, Huaraz-2012-I] <i>Marcelo Arotoma O., Bibiana León H., Enid Arotoma N., Julio Menacho., L Ángel Mendoza L.</i>	78 - 87
Factores de riesgo asociados al embarazo en adolescentes en el Callejón de Huaylas, 2012 [Risk factors associated with teenage pregnancy in the Callejon de Huaylas, 2012] <i>Yuliana De la Cruz R., Augusto Olaza M.</i>	88 - 97
La exportación de hortalizas y legumbres en el marco de la firma del TLC con EE.UU y el desarrollo del sector agrícola en la provincia de Huaylas 2009- 2011 [Export of vegetables in the framework of signature with USA and development of agricultural sector in the province of Huaylas 2009- 2011] <i>José Ruiz V., Dominga Ayvar C.</i>	98 - 105
La publicidad electrónica y tradicional en relación a la efectividad para la captación de clientes en los hoteles de la Ciudad de Huaraz, 2008 [The electronic and traditional advertising and their effectiveness to attract customers in the hotels in the city of Huaraz, 2008] <i>Maria García F., Félix Lirio L., Roger Norabuena F., Edwin Ramirez A.</i>	106 - 112
Influencia de la teoría del espejo lacaniano en el análisis de las imágenes fijas publicitarias en los estudiantes del 5° grado de educación secundaria de la I.E. "Señor de la Soledad" de Huaraz-2013. [The influence of the theory of the mirror lacaniano in the analysis of the fixed images advertized in the students of the fifth grade of the junior high in the education institution " Señor d ela Soledad " of Huaraz 2013.] <i>Vidal Guerrero T., Dino Palacios M.</i>	113 - 121
El ciberplagio en trabajos académicos en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo [Cyberplagiarism in academic work in the University National Santiago Antúnez de Mayolo] <i>Isaac Morales., Félix Julca., María Méndez.</i>	122 - 131

ENSAYO

Algunos problemas epistemológicos y metodológicos de la investigación en ciencias sociales <i>Jorge Lora C.</i>	132 - 144
--	-----------

Evaluación del desempeño sísmico del pabellón de laboratorios comunes en la ciudad universitaria de la UNASAM, Huaraz – 2013

Evaluation of seismic performance of the pavilion of common laboratories in the university town of UNASAM, Huaraz - 2013

Jorge Bedon L¹, Luis Ita R¹, Elio Milla V¹.

RESUMEN

Evalúa el desempeño sísmico del Pabellón de Laboratorios Comunes en la ciudad universitaria de la UNASAM, con el fin de estimar la respuesta estructural ante eventos sísmicos. El estudio es explicativa con propósito de entender el fenómeno, se evaluó el desempeño sismorresistente con la metodología del comité VISIÓN 2000 del SEAOC, empleándose tres niveles de amenaza sísmica. *La resistencia teórica* del edificio es 2462.31 Kilonewton y *la fuerza cortante de colapso* es de 5179.68 Kilonewton. EL edificio, permanecerá operacional frente a un nivel de amenaza sísmica frecuente y frente a amenazas sísmicas raras y muy raras, permanecerá funcional.

Palabras clave: desempeño sísmico; niveles de demanda sísmica; punto de desempeño.

ABSTRACT

Evaluate the seismic performance of the Pavilion of Commons Laboratories on the campus of UNASAM, to estimate the structural response to seismic events. The study is explanatory with purpose for understand the phenomenon; the seismic performance was evaluated with the methodology of VISION 2000 SEAOC committee, using three levels of seismic hazard. The theoretical resistance of the edifice is 2462.31 Kilonewton and shear force of collapse is 5179.68 Kilonewton. The building will remain operational front at a level of seismic hazard frequent and against seismic hazards rare and very rare; will remain functional.

Key words: seismic performance; levels of seismic demand; point of performance.

¹ Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Ancash - Perú.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la filosofía de diseño sísmico aceptada en la mayoría de países del mundo establece que las estructuras como la edificación de los Laboratorios Comunes de la Ciudad Universitaria de la UNASAM, durante toda su vida útil serán capaces de:

Soportar sismos frecuentes de baja intensidad sin daño en los elementos estructurales y en los elementos no estructurales.

Resistir sismos ocasionales de intensidad moderada sin daño estructural y daño no estructural mínimo

Ante sismos con una probabilidad muy pequeña de ocurrir e intensidad excepcional, evitar el colapso.

El primer criterio se asocia al estado límite de servicio, el segundo al estado límite de daño y el tercero al estado límite de resistencia última. La filosofía de la norma NTE E-030 revisa únicamente el estado límite de resistencia última y con ello intenta satisfacer el estado límite de servicio, lo que hace patente la necesidad de establecer las bases para evaluar dicho estado límite de las edificaciones construidas bajo esa norma a través del punto de desempeño. En los últimos sismos en el Perú, ha causado severos daños en la infraestructura Educativa construida antes del año de 1997. Sin embargo, los edificios proyectados según indicaciones de la Norma Sismorresistente Peruana de 1997, no sufrieron daño. En este trabajo se evalúa el desempeño sismorresistente de las edificación construida en la ciudad universitaria de la UNASAM, ante tres niveles de peligro sísmico y se intenta identificar las exigencias del código peruano de 1997 que estaría influyendo directamente en su comportamiento. La evaluación del desempeño sísmico se realiza siguiendo las sugerencias del Comité VISION 2000 de la Asociación de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC 1999). Para estimar la respuesta estructural se emplean procedimientos espectrales de demanda – capacidad. Se estima que las edificaciones construidas en la ciudad universitaria de la UNASAM tendrían un desempeño sísmico aceptable, lo que podría

atribuir al incremento en los requerimientos de rigidez del código sismorresistente de 1,997.

La tendencia del diseño por desempeño viene siendo desarrollada por distintas instituciones de investigación en diversos campos de aplicación, especialmente en el diseño y la construcción de edificios. Instituciones como el Performance Based Building, fundada bajo el marco de la Comunidad Europea, han constituido una red de organizaciones a nivel mundial dedicadas a estimular el desarrollo de proyectos en este campo, difundir los nuevos conocimientos adquiridos por los distintos miembros e implementar los resultados obtenidos de la investigación en el área del diseño y la construcción basados en desempeño.

En la práctica, el concepto del desempeño implica pensar en fines antes que en medios. Con esto, la base de todas las actividades relacionadas a la construcción de edificios debe ser su desempeño antes que la prescripción de cómo debe ser construido el edificio. Su aplicación es posible mediante la consideración dentro de los requerimientos del desempeño, de las necesidades de los ocupantes tales como funcionalidad, comodidad y seguridad, primero en requerimientos de funcionalidad y luego en requerimientos técnicos del desempeño. Esto debe ser implementado en códigos o estándares a fin de permitir la construcción de edificios que cumplan con los requerimientos proyectados.

Con este objetivo se han trazado planes orientados a la investigación en distintos campos, los cuales cubren completamente el tiempo de vida útil de un edificio desde su concepción, diseño, construcción, operación y mantenimiento. Estos campos incluyen principalmente: el desarrollo de metodologías para estimar la vida de servicio de materiales y componentes, tanto existentes como algunos que pudieran ser específicamente desarrollados; garantizar la satisfacción de las necesidades de los ocupantes a través de los requerimientos establecidos; temas relacionados al marco legal y el



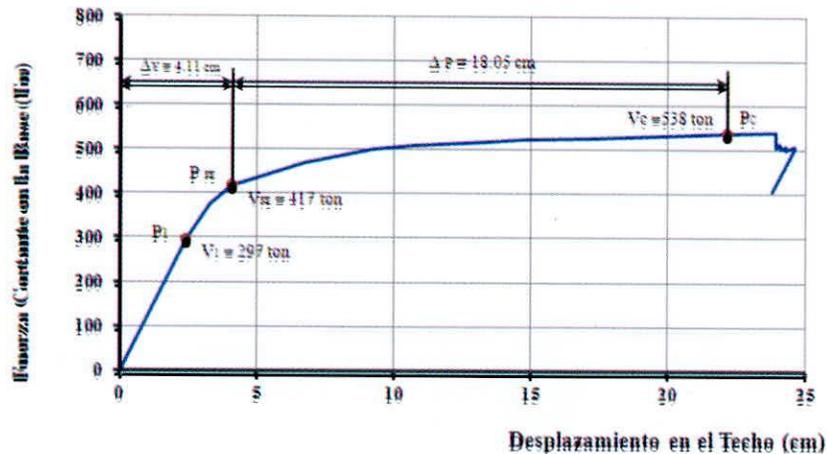


Figura 2. Curva de capacidad del módulo analizado.

La fuerza cortante sísmica (VS), de acuerdo con el código peruano de 1997 (SENCICO 1997) con el que se diseñó el edificio escolar estudiado, se calcula según la Norma Peruana de Concreto Armado (RNC 1997) usada para el diseño del edificio, por tanto, la resistencia teórica del edificio VT= puede 2462.31 Kilonewton.

Según la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente, la distorsión de entrepiso permisible, asociada a un evento de 500 años de periodo de retorno es de 7%. Para el edificio en estudio este valor se alcanza cuando el desplazamiento de entrepiso llega a 2,04 cm. La figura 3 muestra el valor del desplazamiento de la azotea ($\Delta 1997 = 2,29$ cm) en el instante en que se alcanza el límite de la deriva en el primer entrepiso y el de la resistencia teórica del edificio VT (2462.31 Kilonewton) representado por una recta horizontal.

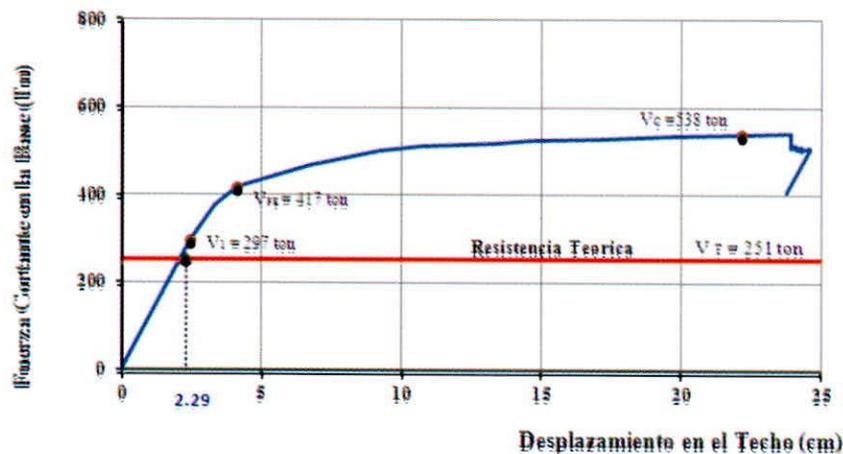


Figura 3. Curva de capacidad del módulo analizado, resistencia teórica

Se encontró que la fuerza cortante asociada a la formación de la primera rótula es de $V_1 = 2913.57$ Kilonewton, que representa el 118% de la resistencia teórica (VT). La fuerza cortante asociada al punto de colapso (VC) es de 5179.68 Kilonewton, que representa el 214% de VT.

Se concluye que la edificación estudiada tendría una sobrerresistencia asociada a la formación del a primera rótula de 18% y una sobrerresistencia total de 114%.

Determinación de los Niveles de Comportamiento Sísmico

La curva de capacidad se sectorizó siguiendo las sugerencias del SEAOC, en base a los porcentajes del IDDR sugeridos en los Niveles de Comportamiento Estructural, la tabla 1, muestra los valores de desplazamiento asociados a los niveles de desempeño y la curva de capacidad sectorizada.

Tabla 1. Niveles de desempeño y desplazamiento asociado

Nivel de Desempeño	Descripción Cualitativa	Límite de Desplazamiento	Dt (cm)
P-1	Operacional	ΔY^0	4,11
SP-2	Funcional	$\Delta Y + 0,3 \cdot \Delta P$	9,52
SP-3	Resguardo de la vida	$\Delta Y + 0,6 \cdot \Delta P$	14,9
SP-4	Cerca al Colapso	$\Delta Y + 0,8 \cdot \Delta P$	18,5
SP-5	Colapso	$\Delta Y + \Delta P$	22,1

La evaluación del desempeño del edificio seleccionado se realizó adaptando la metodología propuesta por el comité VISIÓN 2000 del SEAOC (SEAOC 1999) para las edificaciones Universitarias peruanas. Se emplearon tres niveles de amenaza sísmica y los objetivos de desempeño establecidos para edificaciones esenciales.

DISCUSIÓN

La evaluación del desempeño del edificio seleccionado se realizó en función de la ubicación de los puntos de demanda con relación a los sectores de la curva de capacidad como se aprecia en la figura 4 y la tabla 2.

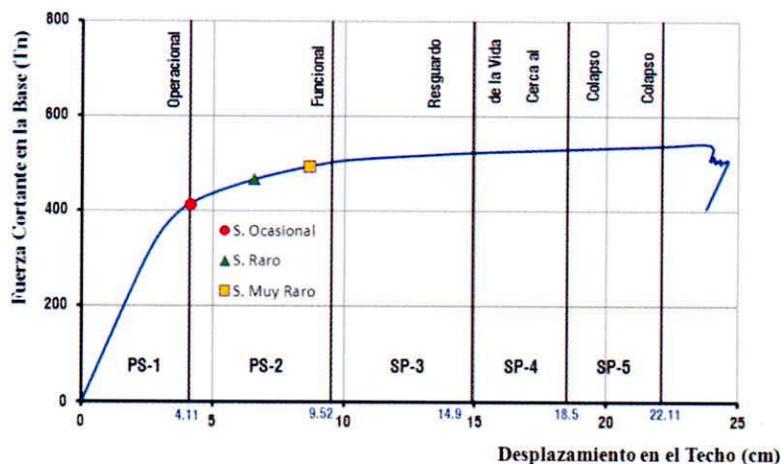


Figura 4. Niveles de comportamiento estructural del módulo analizado.

Tabla 2. Sismos de Análisis y Desempeño Esperado (VISION 200).

NIVEL DE DEMANDA			Operacional SP-1	Funcional SP-2	Resguardo a la Vida SP-3	Cerca al colapso SP-4
	Frecuente	69% / 50 años	☺			
Ocasional	50% / 50 años		☺			
Raro	10% / 50 años			☺		
Muy raro	5% / 50 años			☺		

Se observa que el Edificio permanece operacional en el nivel de amenaza sísmica frecuente y la estructura permanece funcional en los tres niveles de amenaza sísmica. Se concluye que el edificio cumple con los objetivos de desempeño sísmico.

En sismos raros y muy raros, el edificio presentaría daño estructural ligero a moderado pero manteniendo un gran porcentaje de su resistencia y rigidez iniciales.

CONCLUSIONES

1. La capacidad de la estructura del pabellón de laboratorios comunes de la ciudad universitaria de la UNASAM, a través de los espectros de capacidad quedó establecida con una fuerza cortante asociada a la formación de la primera rótula cuyo valor es: $V_1 = 2913.57$ Kilonewton, y, representa el 118% de la resistencia teórica (VT). Una fuerza cortante asociada al punto de colapso (VC) equivalente a 5179.68 Kilonewton, la cual representa el 214% de VT.
2. El pabellón de laboratorios comunes de la ciudad universitaria de la UNASAM, permanecerá operacional frente a un nivel de amenaza sísmica frecuente; luego, el daño estructural será muy limitado, es decir, los elementos verticales y horizontales mantendrán sus características y capacidades previas al sismo.
3. El pabellón de laboratorios comunes de la ciudad universitaria de la UNASAM, frente a amenazas sísmicas ocasionales, raras y muy raras; permanecerá funcional; es decir, será capaz de ser ocupada inmediatamente previo descarte de daños significativos, y, salvaguardar la seguridad humana.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a las autoridades de la Universidad, por hacer posible la publicación del presente artículo de investigación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, R. 2003. Sistema de Computación CEINCI13 para Evaluar Daño Sísmico en los Países Bolivarianos. Quito, Ecuador: EDIESPE.
- Allauca Sanchez, L. Y. 2006. Desempeño Sísmico de un Edificio A porticado de cinco pisos diseñado con las Normas Peruanas de Edificaciones. Tesis para optar el título de ingeniero. Lima: Pontificia Universidad católica del Perú.
- American Society of Civil Engineering (ASCE). 2002. "Atico, Peru MW 8.4 Earthquake of June 23, 2001"; Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering Monograph, N° 23.
- Applied Technology Council (ATC). 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings ATC-40. California: Applied Technology Council.

Bazán, E., Meli, R. 2001. Diseño Sísmico de Edificios. México, D.F.: LIMUSA, Noriega Editores.

Building Seismic Safety Council. 2000. FEMA 356 - Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Washington D.C.: Federal Emergency Management Agency.

Casaverde, L., Vargas, J. 1980. Peligro Sísmico. Lima: Departamento de Ingeniería, PUCP.

Castillo, J., Alva, J. 1993. Peligro Sísmico en el Perú, Memorias del VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones. Lima: SPMSIF.

Computers and Structures, Inc. 2000. Manual de Referencias de Análisis – Programa SAP2000. California: CSI.

De la Cruz Marsano, I. J. 2011. Peligro Sísmico Probabilístico y Espectro Uniforme en la Región de Ancash. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Muñoz, A., Montalbetti, A., Tinman, M. 1997 Daños en Estructuras de Concreto Armado Ocasionados por el Sismo de Nazca en Noviembre de 1996. Lima: Departamento de Ingeniería, PUCP.

Muñoz, A., Tinman, M. 2001. El Sismo de Arequipa de 2001 y la Vulnerabilidad de las Edificaciones Peruanas. Lima: Departamento de Ingeniería, PUCP.

Sarria, A. 1995 Ingeniería Sísmica, 2da. Edición. Bogotá: Ediciones Uniandes – Ecoe Ediciones.

Structural Engineers Association of California (SEAOC). 1999. Recommended Lateral Forces Requirements and Commentary (the Blue Book). California: SEAOC.

Correspondencia

Jorge Bedón López
jblingeniero@gmail.com