

REVISTA DE LA SECCIÓN
INGENIERÍA CIVIL - PUCP

Edificios peruanos con muros de concreto de ductilidad limitada

DI-SIC-2010- 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07
LIMA, JUNIO 2010

Alfonso de la Piedra, Juan Pablo Herrera, Enrique Pasquel, Ángel San Bartolomé,
Richard Klingner, Adolfo Gálvez, Alejandro Muñoz.



Arquitectura y construcción
Tecnología del concreto
Investigaciones experimentales
Normas internacionales de diseño
Comportamiento sísmico esperado

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS

El Laboratorio de Estructuras Antisísmicas del Departamento de Ingeniería, con más de 30 años de experiencia, cuenta con equipos e instalaciones que permiten la ejecución de ensayos estáticos y dinámicos en especímenes a escala natural o reducida. Se dispone de equipos para construcción y traslado de especímenes, montaje de dispositivos, aplicación de carga, medición, adquisición y procesamiento de datos.

En el laboratorio se desarrollan tres tipos de actividades:

- Apoyo a los cursos de Pregrado y Postgrado.
- Investigación en materiales locales para mejorar su comportamiento sísmico.
- Servicio técnico para la industria de la construcción, ejecutando ensayos e investigaciones experimentales para evaluar las características del comportamiento de materiales, estructuras y/o de sus componentes.



Los ensayos que habitualmente se realizan son:

- Ensayos mecánicos: compresión, tracción, flexión, compresión diagonal, corte e impacto en distintos materiales y elementos estructurales.
- Carga horizontal monotónica y cíclica en sistemas y componentes estructurales.
- Simulación sísmica en modelos a escala natural y reducida.
- Verificación de equipo de aplicación de carga. Se cuenta con celdas de carga patrón calibradas en el National Standard Testing Laboratory, USA.
- Dosificaciones de mezclas de concreto con y sin aditivo.
- Compresión en probetas estándar de concreto.
- Determinación de la calidad del concreto fresco in-situ.
- Determinación de la calidad y uniformidad del concreto endurecido in-situ mediante probetas diamantinas y esclerometría.
- Evaluación de la capacidad de estructuras mediante pruebas de carga.
- Consultoría en temas de estructuras y de patología estructural en general.

Desde Octubre del 2003 a la fecha, el laboratorio cuenta con Acreditación ISO/IEC 17025 otorgada por el INDECOPI en los siguientes métodos de ensayo:

- Compresión en probetas estándar de concreto (NTP 339.034)
- Extracción y ensayo de testigos diamantinos (NTP 339.059)
- Flexión en vigas estándar de concreto (ASTM C78)
- Resistencia al tránsito en tapas de concreto (NTP 339.111)
- Tracción en varillas corrugadas de acero de refuerzo (ASTM A370)
- Compresión en ladrillos de arcilla (NTP 399.613)

Jefe de Laboratorio: Ing. Ing. Gladys Villa García Medina

Informes

Teléfono: 626-2000 anexo 4640

Fax: 629-2089

e-mail: ledi@pucp.edu.pe

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2010-07614

PRESENTACIÓN

Los Edificios de Ductilidad Limitada Peruanos

El sistema estructural de muros de concreto armado, es probablemente el más empleado en los últimos años para la construcción de edificios de vivienda en el Perú. En los edificios de baja altura, hasta 7 pisos, los muros se construyen con características peculiares y se denominan Edificios de Muros de Ductilidad Limitada, EMDL. Debido a su menor tiempo de construcción y a su menor costo, los EMDL se han convertido en una real alternativa de solución al problema de vivienda en el país.

Los edificios de muros de concreto armado permiten reducir el tiempo de construcción gracias al empleo de concreto premezclado, encofrados metálicos y mallas para el acero de refuerzo. La velocidad de construcción, generalmente de 1 departamento por día, junto a la optimización en el uso de recursos y mano de obra, constituyen una clara contribución a la industrialización de la construcción en el país.

Desde la perspectiva de los códigos internacionales, los EMDL son en cierta forma singulares debido al menor ancho de sus muros, a las características de las mallas y hasta la disposición misma del refuerzo. Sin embargo, en opinión de muchos expertos, estos edificios tendrían un desempeño sismorresistente comparable al de los edificios de muros y pórticos que siguen las recomendaciones internacionales.

Esta publicación muestra los aspectos arquitectónicos de los EMDL, presenta temas técnicos relacionados con el proceso constructivo y la tecnología del concreto, además muestra los resultados de investigaciones experimentales y analíticas relacionadas al desempeño sísmico esperado.

Alejandro Muñoz
Coordinador
Sección Ingeniería Civil

CONTENIDO

Presentación	1
Contenido	3
1. Arquitectura	5
2. Construcción	15
3. Tecnología del Concreto	31
4. Investigaciones Experimentales	41
5. Investigaciones teóricas	57
6. Desde la Perspectiva de las Normas Internacionales: USA	79
7. Desempeño Sismorresistente	91



ARQUITECTURA

- **ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS Y URBANÍSTICOS EN EDIFICIOS DE LIMITADA**

DI-SIC-2010-01

Alfonso de la Piedra

EDIFICIOS CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA: UN ENFOQUE A PARTIR DE SU DESARROLLO URBANÍSTICO Y ARQUITECTÓNICO

Por: Alfonso De la Piedra ¹

I. INTRODUCCIÓN

Abordar el tema de la utilización del sistema constructivo empleando “*muros de ductilidad limitada*” en la producción de viviendas no puede verse alejado de lo que ha sido el problema del déficit de la vivienda en el Perú; pues para ello los diferentes gobiernos han implementado un sin número de políticas de vivienda que han ido desde programas de asistencialismo hasta créditos a baja tasa para subsanar el tema.

Lo cierto es que la innovación de tecnologías constructivas a gran escala han estado alejadas de las políticas de vivienda implementadas; sin embargo encontramos en la década de los 60' el Proyecto Experimental de Vivienda (PREVI), que se convirtió en la experiencia piloto de mayor reconocimiento, tanto por los sistemas constructivos aplicados, las tipologías de vivienda y el desarrollo urbanístico del conjunto.

Después de esa década el desarrollo habitacional entró en una inercia que ha cobrado factura a la ciudad, teniendo hoy en día extensas áreas con una imagen urbana a medio construir, evidenciando una producción habitacional de técnicas artesanales y limitada proyección en serie de unidades residenciales, producto de todo ello, carencias tecnológicas que podrían haber posibilitado un mejor desarrollo.

En los últimos diez años las empresas inmobiliarias conjuntamente con el gobierno han impulsado programas de viviendas multifamiliares y urbanizaciones de promoción social, en los cuales la estrategia de abaratar los costos por m² hizo introducir sistemas constructivos que tuvieran las bondades de los sistemas convencionales y que fueran de la aceptación de los futuros usuarios. Es así que el sistema de construcción de muro de ductilidad limitada ha alcanzado a la fecha una posición importante en los conjuntos multifamiliares de media y alta densidad así como también en casas tipo, consolidando sus ventajas generales en los siguientes puntos:

En lo constructivo: resistencia estructural, rapidez de la construcción y técnica optimizada.

En lo arquitectónico: modulación espacial y versatilidad formal.

En lo social: acceso a una vivienda de calidad a menor costo a diferencia de los sistemas tradicionales.

Convirtiéndose así en una alternativa importante que contribuye significativamente al crecimiento del Sector Construcción de nuestro país.

2. ANTECEDENTES

Hablar de muros portantes es un tema conocido en nuestro medio desde hace muchas décadas, si bien hasta hace algunos años los más conocidos y utilizados fueron los de albañilería, existieron también proyectos desarrollados con sistemas experimentales de muros de concreto armado, que por su alto costo y técnica limitada de ese entonces no lograron posicionarse en el mercado.

Fue a inicios de la presente década que este sistema toma un protagonismo importante, la versatilidad que demostraron las empresas concreteras, las productoras de acero y las especializadas en encofrados, además de los profesionales que decidieron investigar sobre nuevas alternativas, lograron alcanzar resultados óptimos que viabilizarían su utilización.

¹ Arq. Alfonso De la Piedra. Gerente general. De la Piedra Consultores SAC.

3. ARQUITECTURA

En nuestro país la mayoría de edificaciones que utilizan este sistema son los edificios multifamiliares. Si bien en un inicio su aplicación fue dirigida a proyectos de mediano y bajo costo, con el pasar de los años se ha expandido su utilización a edificaciones más exclusivas; los avances técnicos posibilitados por los profesionales responsables de estos proyectos están permitiendo brindar soluciones más exigentes y versátiles, logrando adecuarse a propuestas espaciales de mayor amplitud y altura de edificación.

Para el arquitecto proyectista es importante conocer las posibilidades que ofrece este sistema, partiendo de consideraciones técnicas a tener en cuenta en el proceso de diseño. Bajo esta premisa, destaco algunos criterios importantes:

La modulación espacial resulta un factor importante a considerar para posibilitar la máxima adaptación estructural del sistema y disminución de desperdicios en la construcción.

El equilibrio formal del edificio a diseñar demanda un correcto análisis, tanto como la conjunción de sus componentes y partes respecto a todo el conjunto. En este punto la simetría resulta sustancial, tanto de los departamentos que componen el edificio como de sus elementos accesorios.

La uniformidad de alturas libres en los espacios interiores de todos los pisos y la adaptación a sistemas de encofrado estándares facilitará y dinamizará la construcción de las edificaciones.

La continuidad vertical de sus elementos estructurales y la correspondencia de cantidad de los mismos en ambas direcciones del plano horizontal (ejes X y Y) es elemental, manejar el "concepto de sistema de muros portantes" es importante, ello para evitar recurrir a artificios de cálculo que podrían alterar los principios estructurales del sistema y elevar los costos globales de la edificación.

La adaptación de elementos complementarios que permitan la independización de las instalaciones de servicio es recomendable. La utilización de ductos de instalaciones y recurrir a distintos espesores de losas y muros en espacios por los cuales transcurren tuberías sanitarias, eléctricas y/o de extracción, son ejemplo de tal consideración.

4. TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN

Las posibilidades arquitectónicas que ofrece la utilización de este sistema constructivo son amplias, sin embargo en nuestro medio identificamos dos tipologías de edificios que son los más utilizados (4.1 y 4.2) y a partir de las cuales se desarrollan distintas variables:

4.1 Bloques aislados de cuatro y seis departamentos

De distribución compacta, en la mayoría de casos compuesto por 04 departamentos simétricos por planta típica, en los cuales se concentran los espacios de servicio (cocinas, lavanderías, cuartos de servicios, etc.) en la parte central de los mismos, estos se ventilan e iluminan mediante pozos que se originan entre edificios adjuntos o límites de propiedad laterales. Los espacios denominados íntimos (sala-comedor, dormitorios, etc.) son distribuidos en los frentes del edificio complementados, por lo general, por un dormitorio que comparte las visuales de los espacios interiores. El área común, escaleras de evacuación y ascensores (de ser el caso), se ubican en el núcleo del edificio.

En los edificios de 06 departamentos la diferencia la hace un par de departamentos intermedios ubicados entre los que comprenden la tipología de 04. Bajo similares características que los antes mencionados, usualmente requieren de pozos independientes que ventilen e iluminen sus espacios de servicio.

Los ejemplos presentados se encuentran ubicados en los distritos de Santiago de Surco, Lima y Chorrillos, todos diseñados bajo esta tipología.

Proyectos Ejecutados: Jardines del Polo Hunt (2007), Lomas de Tingo María (2008) y Guardia Civil (2009).

4.2. Edificios de circulación común lineal

De distribución lineal a los extremos de un eje de circulación común, comprenden departamentos dispuestos hacia dos flancos libres, usualmente hacia las calles y espacios libres en el interior de los condominios o conjuntos residenciales. Si bien, contemplan áreas de circulación común mayores, se complementan por mejores condiciones de ventilación e iluminación dotadas a sus espacios principales.

Normalmente esta tipología (menos compacta) requiere de áreas de terreno más extensas o de características formales más definidas, que permitan aprovechar las cualidades de la disposición de sus visuales en relación a sus áreas de esparcimiento complementarias.

Los ejemplos presentados se encuentran ubicados en los distritos de Jesús María y Santiago de Surco, ambos fueron diseñados bajo esta tipología.

Proyectos Ejecutados: San Felipe Huáscar (2007) y Tomasal (año 2009).

En estos casos nombrados, la distribución de sus elementos estructurales se acondiciona perfectamente al sistema estructural en mención, haciendo de este una alternativa importante que posibilita su constante utilización.

Adicionalmente, como parte de los trabajos realizados en oficina, se aprecian tipologías experimentales y menos convencionales que también fueron concebidas bajo el sistema de estructuración de muros de ductilidad limitada, de las cuales se destaca una en especial. (Punto 4.3)

4.3. Bloques aislados de 08 departamentos

De distribución compacta, compuesto por 08 departamentos definidos a partir de un espacio abierto en el núcleo del bloque, en el cual se concentran las escaleras de evacuación y las galerías de comunicación que permiten el ingreso a cada unidad.

Denominados también edificios en cruz, se distinguen por contar con una mayor volumetría y una disposición simétrica de sus departamentos, originando varios flancos que son aprovechados para desarrollar un correcto tratamiento de visuales, iluminación y ventilación de sus espacios interiores.

Sin duda esta resulta una buena alternativa para proyectos de gran escala, que requieran de unidades de áreas menores y que en conjunto posibiliten conglomerados residenciales de gran densidad poblacional.

Proyecto Propuesto: Piloto (2007).

5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA

Por la experiencia ganada en los últimos años con la utilización del sistema de muros de ductilidad limitada en muchos de los proyectos realizados, se reconoce numerosas ventajas, de las cuales resaltan:

- La utilización de módulos de departamentos típicos simétricos y distribución similar en todas las plantas de los edificios, permite un mejor control de desarrollo de los proyectos. Los márgenes de error por incompatibilidad de especialidades son menores, por tanto el producto es mejor depurado antes de llegar a obra, disminuyendo así los tiempos muertos por descoordinación de proyectistas.
- Los tiempos de ejecución de los proyectos y las obras son mucho más eficientes, permitiendo desarrollar un seguimiento constante e ininterrumpido que garantice la calidad del producto final.
- La utilización de sistemas de encofrados metálicos además de posibilitar una adecuación directa a la modulación del diseño arquitectónico, permite obtener (después del desencofrado) superficies que requieren simplemente tratamientos superficiales, generalmente de solaqueo y empastado previos al acabado final, sin necesidad de contar con tarrajeos o tratamientos especiales que eleven los costos de construcción.
- El vaciado controlado de losas de entepiso permite que no se requiera de sobrepisos previos a la colocación de los acabados de pisos, disminuyendo el presupuesto global, e incluso en algunos casos ello permite considerar menores alturas de los edificios, llegando a ser una alternativa de solución frente a parámetros normativos estrictos que soliciten alturas netas de edificación.

Si bien este sistema posibilita a los proyectistas y promotores una serie de opciones y ventajas, se debe tener en cuenta también sus desventajas, de las cuales resalto las más importantes:

- A comparación de un sistema tradicional aporricado, las posibilidades formales en proyectos menos convencionales (más osados) son limitadas, si bien en los últimos años los proyectistas estructurales ofrecen más ventajas, generalmente estas requieren de refuerzos estructurales que se traducen en incrementos de los costos y mayores tiempos de ejecución.
- Por ser la mayoría de muros estructuras portantes, no es posible concebir una completa versatilidad espacial en el interior de los departamentos después de haberlos entregado a los clientes, las remodelaciones

interiores que requieran del derrumbamiento de muros para unir espacios con el fin de generar otros más amplios, no son asequibles.

- La limitada capacidad térmica y acústica del concreto podrían originar problemas en los edificios. Ejemplo de ello son los suscitados por las altas temperaturas del verano en los departamentos de los últimos pisos de los edificios, que al sobrecalentar sus ambientes resultan insoportables para muchos de sus habitantes. Por otro lado, debido a la rigidez del material, se producen vibraciones y resonancias que transmiten el sonido entre los ambientes (en especial de piso a piso), e incluso si no existe un buen tratamiento de montantes de desagüe, la propagación de sonidos de los flujos es inevitable. La utilización de losas aligeradas con ladrillos de arcilla, revestimientos de techos con materiales aislantes y ductos de instalaciones, son alternativas importantes para atenuar tales inconvenientes.
- Por lo comentado anteriormente sobre la necesidad de dar continuidad a sus elementos estructurales (muros) hasta llegar al suelo, es recomendable plantear los estacionamientos inferiores en lugares exentos a las estructuras de los edificios. A ello se suma las recomendaciones técnicas (y limitaciones normativas) de los proyectistas estructurales para evitar la utilización de losas de transferencia que fueren estacionamientos inferiores.
- Uno de los inconvenientes más usuales de los edificios construidos con este sistema radica en la presencia constante de fisuras, si bien este tipo de percances no obedecen a problemas estructurales, resultan inoportunos en cuanto a la estética de los departamentos y la desconfianza que genera en algunos propietarios de los inmuebles. Frente a ello, en los últimos años muchas empresas inmobiliarias optan por revestir los muros interiores de los departamentos con tapices de papel o productos similares, por cierto una alternativa que está teniendo buena acogida.

6. CONCLUSIONES

- Sin duda, el conjunto de ventajas se centra en la disminución de costos que posibilita este sistema. La producción industrializada de unidades de vivienda que derivan en el aumento de la velocidad de su construcción y optimización de los recursos, además de la constante búsqueda de alternativas que brinden solución frente a las desventajas están haciendo de este sistema uno de los más importantes de los últimos años.
- El público usuario en general está respondiendo positivamente a la utilización de este sistema, la calidad del producto final es bueno, de menor precio y seguro, prueba de ello fue el buen comportamiento mostrado frente al último gran movimiento sísmico ocurrido en agosto de 2007; por todo esto y más, las empresas promotoras están optando por utilizarlo cada vez con mayor frecuencia, solicitando a los proyectistas edificaciones de mayor altura y con características formales cada vez más exigentes.

COMENTARIO FINAL DEL AUTOR

Resulta una obligación para los profesionales relacionados con esta tecnología impulsar su aplicación y atenuar las desventajas con alternativas innovadoras que consoliden su permanencia. Vivimos en un gran país lleno de oportunidades que viene atravesando una etapa de crecimiento y es función de todos formar parte de este gran esfuerzo.

REFERENCIAS

De la Piedra, A (a). "Guardia Civil." Expediente técnico del proyecto. DLP Consultores SAC.2008.

De la Piedra, A (b). "Jardines del Polo Hunt". Expediente técnico del proyecto. DLP Consultores SAC. 2006.

De la Piedra, A (c). "Lomas de Tingo María". Expediente técnico del proyecto. DLP Consultores SAC.2008.

De la Piedra, A (d). "Proyecto Piloto". Expediente técnico del proyecto. DLP Consultores SAC. 2007.

De la Piedra, A (e). "San Felipe Huáscar". Expediente técnico del proyecto. DLP Consultores SAC. 2006.

De la Piedra, A (f). "Tomasal". Expediente técnico del proyecto. DLP Consultores SAC. 2008.

BLOQUES AISLADOS DE CUATRO (4) DEPARTAMENTOS

Proyecto	:	Jardines del Polo Hunt
Propietario	:	Técnicas Metálicas Ingenieros SAC
Ubicación	:	Av. Lima Polo Esq. Jirón El Cortijo, Urb. Lima Polo Hunt
Distrito	:	Santiago de Surco
Área Terreno	:	8,938.35m ²
Área Construida	:	35,529.48m ²

Conjunto Arquitectónico conformado por 08 edificios de vivienda con una altura de 07 pisos más azotea. Cuenta con 222 departamentos y con 318 estacionamientos (14 en el primer nivel y 304 en sótanos). Internamente cada edificio se compone de 04 departamentos, de 02 y 03 dormitorios, por piso los que alcanzan un área promedio construida entre 95.00 y 118.00m².



Proyecto	:	Jardines del Polo Hunt
Propietario	:	Técnicas Metálicas Ingenieros SAC
Ubicación	:	Av. Lima Polo Esq. Jirón El Cortijo, Urb. Lima Polo Hunt
Distrito	:	Santiago de Surco
Área Terreno	:	8,938.35m ²
Área Construida	:	35,529.48m ²

Conjunto Arquitectónico conformado por 08 edificios de vivienda con una altura de 07 pisos más azotea. Cuenta con 222 departamentos y con 318 estacionamientos (14 en el primer nivel y 304 en sótanos). Internamente cada edificio se compone de 04 departamentos, de 02 y 03 dormitorios, por piso los que alcanzan un área promedio construida entre 95.00 y 118.00m².



BLOQUES AISLADOS DE SEIS (6) DEPARTAMENTOS

Proyecto	:	Guardia Civil
Propietario	:	ARTECO Inmobiliaria Proyecto I SA
Ubicación	:	Av. Guardia Civil Esq. Jr. Los Meteoros, Urb. Semi Rustica La Campiña
Distrito	:	Chorrillos
Área Terreno	:	3,240.53m ²
Área Construida	:	14,533.89m ²

Conjunto Arquitectónico que se enmarca dentro del Programa Mi Vivienda consta de 04 edificios de vivienda, de 08 pisos de altura, con departamentos de entre 52.64m² y 83.83m² (aprox.) de área techada, contabilizando 160 departamentos (126 dptos. de 3 dorm, 33 de 02 dorm y 01 de un dorm.); además de 53 estacionamientos simples distribuidos en la primera planta y sótano, con 27 y 26 estacionamientos respectivamente.



CIRCULACIÓN COMUN LINEAL

Proyecto	:	San Felipe Huáscar
Propietario	:	Inversiones Inmobiliarias del Perú S.A. IMAGINA
Ubicación	:	Av. San Felipe N° 731 Esq. Jr. Huáscar.
Distrito	:	Jesús María
Área Terreno	:	3,163.2m ²
Área Construida	:	22,922.37m ²

El Proyecto trata de la edificación de 02 edificios de vivienda multifamiliar y sus áreas comunes, de 20 pisos de altura máxima, teniendo un degrade de alturas, desde el piso 13 hasta el piso 20 en el otro extremo del edificio.

El edificio A cuenta con 08 departamentos por piso, el edificio B cuenta con 06 departamentos por piso, los departamentos cuentan con un área techada entre 32.49m² y 140.65m² y son de 01, 02 y 03 dormitorios. Contando en total con 223 departamentos, además cuenta con 135 estacionamientos (47 en primer nivel y 88 en sótanos).



CIRCULACIÓN COMUN LINEAL

Proyecto	:	Tomasal
Propietario	:	Inversiones Inmobiliarias del Perú S.A. IMAGINA
Ubicación	:	Av. San Felipe N° 731 Esq. Jr. Huáscar.
Distrito	:	Jesús María
Área Terreno	:	3,163.2m ²
Área Construida	:	22,922.37m ²

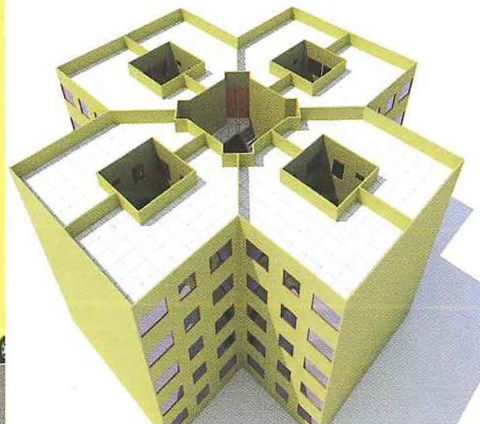
El Proyecto trata de la edificación de 02 edificios de vivienda multifamiliar y sus áreas comunes, de 20 pisos de altura máxima, teniendo un degrade de alturas, desde el piso 13 hasta el piso 20 en el otro extremo del edificio.

El edificio A cuenta con 08 departamentos por piso, el edificio B cuenta con 06 departamentos por piso, los departamentos cuentan con un área techada entre 32.49 m² y 140.65 m² y son de 01, 02 y 03 dormitorios. Contando en total con 223 departamentos, además cuenta con 135 estacionamientos (47 en primer nivel y 88 en sótanos).



BLOQUES AISLADOS DE OCHO (8) DEPARTAMENTOS. PILOTO.

Proyecto experimental concebido bajo el sistema de estructuración de muros de ductilidad limitada. Bloques aislados o adosados de 8 departamentos. Muy adecuado para proyectos masivos que permiten formar conglomerados residenciales de gran densidad poblacional



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El Laboratorio de Mecánica de Suelos fue creado en el año 1966, a partir de una donación de equipos que hiciera la Dirección de Caminos del entonces Ministerio de Fomento y Obras Públicas a nuestra Universidad. Estos equipos fueron destinados fundamentalmente para la docencia; instalados y calibrados conjuntamente por personal de la Universidad y del Ministerio, con la colaboración de un experto de la Misión Renardet. El área de Laboratorio de Mecánica de Suelos, incluyendo oficinas es de 738m².



Con el transcurrir del tiempo, el laboratorio se fue equipando con recursos propios de la Universidad, con equipos modernos y con tecnología de punta; para realizar actividades docentes; de investigación, y de servicio de apoyo a la industria

de la construcción de edificaciones, presas, carreteras, puertos, aeropuertos, canales, etc.; así como también a los proyectos relacionados con minería en lo referente a obras civiles y relaveras.

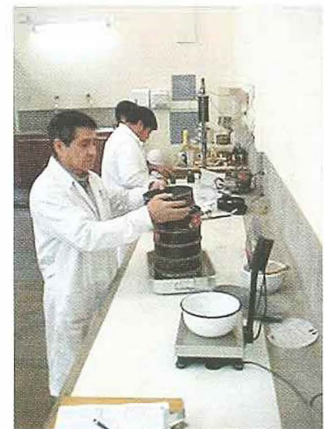


Además de los equipos usuales para determinación de las propiedades índice, hidráulicas, de compresibilidad de los suelos, de las propiedades para el diseño de vías de comunicación y de las características de los agregados; el laboratorio cuenta con un equipo triaxial con marco de carga de 50 KN y celdas de 35mm, 50mm, 70mm y 100mm; sistema de aplicación de presión constante, aplicación de contrapresión, medición de cambio de volumen y un equipo para corte directo controlados por un sistema digital de 16 canales con sistema de adquisición de datos electrónico. Todo este sistema se encuentra controlado mediante una microcomputadora; que permite controlar el proceso de los ensayos.

Actualmente, el laboratorio cuenta con 13 celdas para los ensayos triaxiales, que permite trabajar varios especímenes en forma simultánea. Adicionalmente, a los ensayos triaxiales rutinarios No Consolidado No Drenado, Consolidado No Drenado y Consolidado Drenado de compresión, también disponemos de equipos para realizar ensayos de Extensión Triaxial.

Además de ensayos, el laboratorio realiza Estudios de Mecánica de Suelos de acuerdo a la Norma NTE E-050 para el diseño de cimentaciones; y Diseño de Pavimentos, peritajes y evaluaciones forenses geotécnicas.

El personal profesional y técnico del laboratorio cuenta con más de treinta años de experiencia y está capacitado para una rápida respuesta a quienes desarrollan, ejecutan y supervisan proyectos de ingeniería civil, minería y de la industria en general, proporcionando asistencia en el área de geotecnia en forma eficaz, independiente e imparcial.



Los principales servicios que realiza el laboratorio son:

- Ensayos de mecánica de suelos para determinación de propiedades índices
- Ensayos para control de calidad de los materiales que se emplearán para la fabricación de concreto, y materiales para la construcción de pavimentos
- Ensayos para la determinación de las propiedades físico-mecánicas e hidráulica de los suelos
- Estudios de Mecánica de Suelos y Diseño de Pavimentos
- Peritajes y evaluaciones forenses geotécnicas de cimentaciones y en general consultoría relacionada a la especialidad de ingeniería geotécnica.

Jefe de Laboratorio: Ing. Manuel Olcese Franzero

Informes:

Teléfono: 6262000 anexo 4651

Fax: 6262837

e-mail: suelos@pucp.edu.pe