



PROYECTO
BIM

**CAMPUS DE LA UTEC
EN LIMA, PERÚ**

ACANTILADO DE HORMIGÓN

La llegada de la UTEC a la localidad de Barranco permitió reimaginar el panorama urbano gracias a sus cualidades conceptuales y espaciales. Sin una cautelosa ingeniería estructural junto con la inclusión de aisladores sísmicos, no podría haberse materializado la propuesta arquitectónica.

FICHA TÉCNICA

NUEVO CAMPUS UTEC

UBICACIÓN: Distrito de Barranco, Perú

MANDANTE: Universidad de Ingeniería y Tecnología

ARQUITECTURA: Grafton Architects, Shell Arquitectos (local)

CONSTRUCTORA: Graña y Monetto (GyM)

INGENIERÍA: GCAQ

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 34.000 m²

PRESUPUESTO: US\$ 100 millones

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2013 – 2014 (primera etapa)

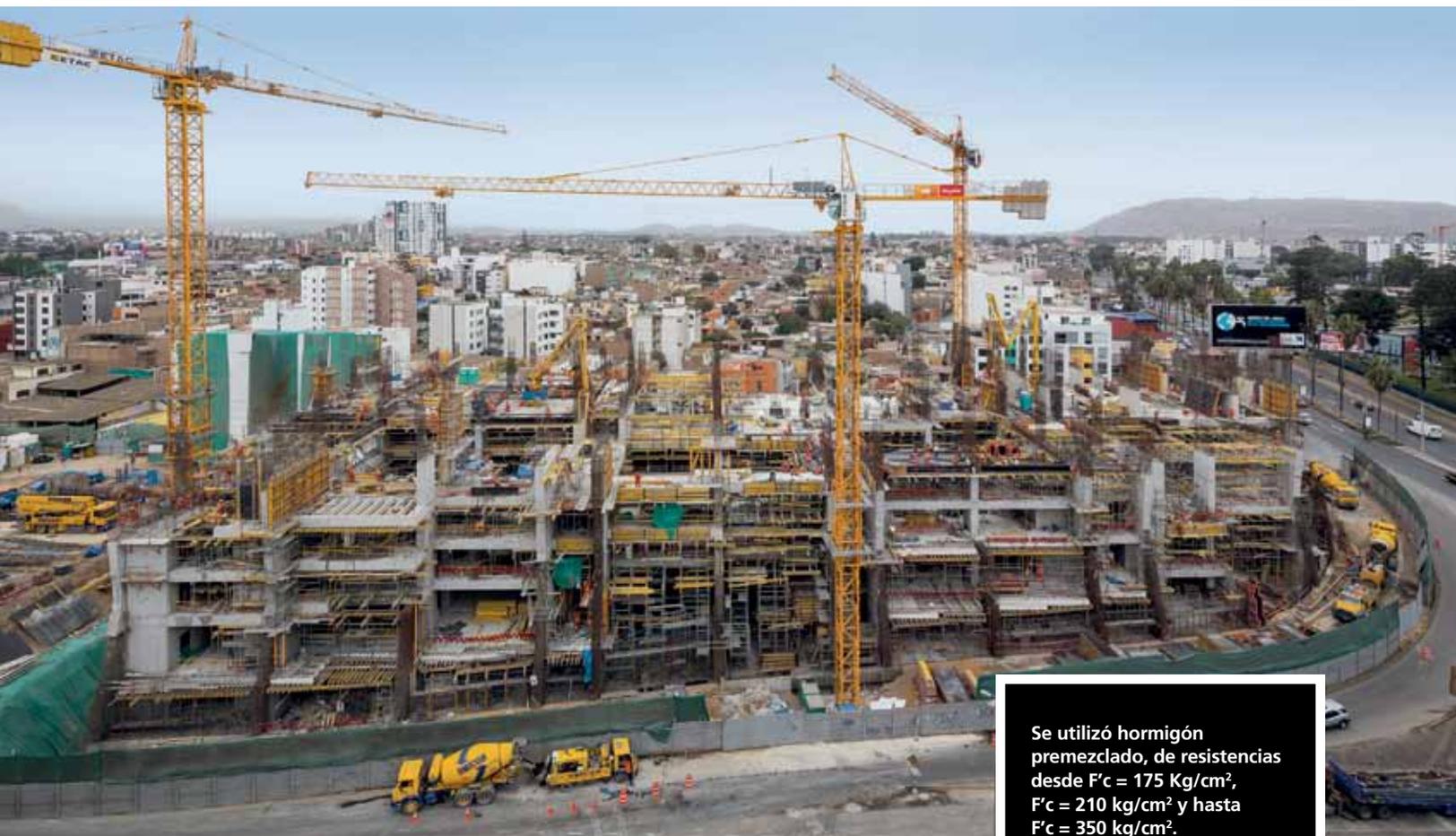
FUENTE: REVISTA CONSTRUCTIVO, PERÚ;
GALLEGOS CASABONNE ARANGO QUESADA
INGENIEROS CIVILES S.A.C. (GCAQ).

ADAPTACIÓN: FABIOLA GARCÍA
PERIODISTA REVISTA BIT

EL NUEVO CAMPUS de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC) de Barranco, Perú tiene mucho que lucir. Esta estructura recientemente ganó la primera edición del premio internacional RIBA, organizada por el Real Instituto de Arquitectos Británicos, con el reconocimiento al mejor edificio del mundo.

La propuesta de la firma irlandesa Grafton Architects, a cargo de Yvonne Farrell y Shelley McNamara, se quedó con el primer puesto del Concurso Internacional de Arquitectura con el cual la universidad buscó dar vida a este espacio.

Asimismo, en septiembre de 2012 las autoras fueron premiadas con el León de Plata por su exhibición "La Arquitectura como Nueva Geografía" en la Decimotercera Exhibición Internacional de Arquitectura de la Bienal de Venecia "Espacios Comunes".



Se utilizó hormigón premezclado, de resistencias desde $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y hasta $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.

La obra recibió el reconocimiento al mejor edificio del mundo del RIBA.



Para comenzar, se desprende que las cualidades conceptuales y espaciales del proyecto permiten reimaginar el panorama urbano. El nuevo campus de la UTEC consiste en un edificio de diez niveles destinados a aulas, laboratorios, talleres y oficinas administrativas, además de tres subterráneos para estacionamientos y cuartos de servicio. Algo peculiar de esta edificación fue el aspecto paisajista. Considera grandes zonas destinadas a jardines y, en algunos casos, árboles.

La altura total del edificio es de 45 m, mientras que desde Armendáriz es de 50 m aproximadamente, por la depresión del desnivel. Respecto de la altura de los entresijos, en el primer piso es de 4,60 m y en el segundo de casi 6 metros. Los demás pisos tienen una elevación de 3,7 metros.

DISEÑO

El proyecto de las arquitectas Farrell y McNamara responde a las tendencias de la arquitectura moderna.

Álvaro Mena, gerente de Infraestructura de UTEC, indicó que trabajaron con las profesionales el diseño conceptual, viendo las necesidades de lo que buscaba UTEC como universidad. La infraestructura trata de simular una pendiente o vertical abrupta siendo, según las proyectistas, "el acantilado hecho por el hombre".

Ubicada entre las avenidas Grau y Armendáriz, la obra sigue la continuidad de la quebrada, tomando como conceptos su diseño y colores, incorporándolos a su arquitectura y creando una estancia viva para los estudiantes, profesores y trabajadores con el objetivo de que tengan un espacio urbano dentro de la casa de estudios. Así, la sede se presenta como un lugar público, en el que las personas pueden entrar hasta ciertas zonas y disfrutar de espacios de primer nivel.

FUNDACIONES Y SUBTERRÁNEO

El terreno tiene un área de 14.692 metros cuadrados. La superficie estuvo conformada

en parte por relleno, siendo arcilloso y mal graduado, por lo que debieron realizarse diversas labores de estabilización del terreno durante la excavación de los sótanos hasta encontrar la grava bien graduada para cimentar la estructura.

La cimentación fue convencional, con zapatas aisladas y conectadas, con el empleo de muros pantalla que fueron anclados con sistemas activos y pasivos para el sostenimiento del talud con el fin de bajar al sótano más profundo. También se tuvo que vaciar subzapatas con grandes volúmenes para lograr los requerimientos del estudio de suelos, llegándose a bajar la excavación en 12 m de profundidad, mientras que en algunos casos se tuvo que descender hasta 17 m por las subzapatas.

Para estas actividades se requirió el uso de tres excavadoras y dos cargadoras frontales. En tanto, no fue necesario el uso de fajas porque la salida de Armendáriz les proporcionó una rampa de mediana altura para re-

Kwik-Stage de Form Scaff - Andamio y Soporte



Kwik-Stage de Form Scaff es un sistema de soporte y andamio que cumple ambas funciones en forma simultánea.

Una mecánica simple, equipos robustos y gran versatilidad permiten que se puedan efectuar configuraciones de carga y acceso para el proceso constructivo. Es posible que KS sea el andamio más difundido en el mundo y sus décadas de uso, con sus permanentes modificaciones y accesorios o aplicaciones nuevas, lo mantienen actualizado al servicio de sus Clientes.



form-scaff

Más información en nuestra web

www.formscaff.cl

info@formscaff.cl

[@formscaff](https://twitter.com/formscaff)



En la estructura se emplearon encofrados con planchas fenólicas de 1,5 x 3 metros para cumplir con los plazos de construcción.



VIDEOS DEL PROYECTO

tirar el material de excavación.

Se instalaron tres grandes grúas torre, con las cuales se logró cubrir toda el área a construir. Estos sectores se ubicaron en las partes sur, norte y oeste del proyecto. A ello se sumó un sector más, el de acabados.

El nuevo campus de la UTEC cuenta con tres sótanos, de los cuales el tercero es de servicio con cisternas y cuartos de bomba, mientras los sótanos dos y uno están destinados para estacionamientos. En total, habrá 182 espacios, además en el primer nivel existirán zonas exclusivas para estacionar bicicletas con el objetivo de fomentar su uso.

Sobre el segundo sótano se ubica un completo sistema de aisladores sísmicos que separa el primer sótano y los diez pisos.

EQUIPAMIENTO SISMO RESISTENTE

Para dotar al edificio de medidas de protección sísmica, se instalaron un total de 149 aisladores sísmicos, con un diámetro aproximado de 80 centímetros. Estos elementos fueron fabricados a medida y probados exhaustivamente en Nevada, Estados Unidos. El nivel 1 y 2 del subterráneo están separados por estos aisladores, habiéndose realizado su instalación con grúas. Su nivelación fue un trabajo sin muchas complicaciones a pesar de su cantidad y las particularidades de la obra.

Las principales ventajas del empleo de este sistema es la importante reducción del impacto de los sismos, disminuyendo, además

La estructura tiene distintas alturas que permiten apreciar diferentes vistas.



la sensación de movimiento y el esfuerzo de las estructuras. La instalación se planificó con la empresa proveedora en Perú, el ingeniero estructural de la obra, Carlos Casabonne, y la constructora GyM.

Desde Gallegos Casabonne Arango Quesada Ingenieros Civiles S.A.C. (GCAQ), Carlos Casabonne y Alvaro Talavera compartieron con Revista BIT los detalles del proyecto de diseño estructural de la UTEC.

Los principales retos fueron el control de irregularidades estructurales en planta y elevación, las discontinuidades de elementos verticales y la poca rigidez en la dirección longitudinal del edificio. Por las complejidades antes descritas, se decidió dotar al edificio de un sistema de aislación sísmica, compuesto por aisladores elastoméricos con núcleo de plomo. Cabe mencionar que, sin la inclusión de estos dispositivos, no hubiera sido posible la realización del proyecto respetando el concepto arquitectónico inicial.

Este proyecto es uno de los más complejos desarrollados por la oficina de GCAQ y se ha resuelto con estudios minuciosos en diferentes aspectos de la estructura. La verticalidad de elementos, la rigidez en la dirección más flexible, el modelamiento matemático, el sistema de aislación, diafragmas flexibles y el análisis no lineal fueron algunas de las dificultades a superar durante el desarrollo del proyecto.

Cada eje transversal del campus consta de una estructura plana compuesta por muros, columnas y vigas. Estas estructuras fueron denominadas "wallbeams" debido a su comportamiento estructural de "vigas - pared". Estos wallbeams se vuelven bastante irregulares en elevación debido a la complejidad arquitectónica de las plantas.

El sistema resistente a cargas de gravedad consiste en losas nervadas continuas en la dirección longitudinal, con algunas zonas de losas macizas, apoyadas en vigas y en los wallbeams. Mientras que el sistema resistente a cargas sísmicas está comprendido por los wallbeams en una dirección y por pórticos en la dirección longitudinal. Este concepto estructural se mantuvo a lo largo del proyecto a pesar de los cambios generados por el resto de especialidades.

Las irregularidades de cada wallbeam fueron estudiadas al detalle para otorgarle mayor estabilidad e integridad a cada eje. Por otro lado, fue necesario considerar el proceso constructivo con el fin de identificar zonas especiales de apuntalamiento, las cuales fueron indicadas en los planos del proyecto.

Debido a requerimientos propios de la arquitectura, los techos, que generalmente son losas nervadas, tienen discontinuidades y grandes aberturas en planta, por lo que fue necesario analizar su comportamiento como diafragmas semi-rígidos. El análisis se realizó con elementos planos tipo "cáscara" (shell, en inglés) y se verificó que los esfuerzos producidos por efectos sísmicos no superen a los esfuerzos admisibles.

En la dirección transversal, que es la dirección de mayor rigidez, se verificó que las cargas verticales, por efectos de gravedad y por efectos sísmicos, en los aisladores, principalmente los ubicados en extremos de las placas, estuvieran dentro de rangos tolerables, tanto para el límite de compresión como para el de tracción.

LOSAS Y MUROS

Con la finalidad de cumplir con los plazos de construcción, para la estructura se emplearon encofrados con planchas fenólicas de 1,5 x 3 m y losas nervadas para las amplias luces. Para no detener el avance de la estructura en ruta crítica y poder dejar los elementos no estructurales de concreto a construirse junto con los acabados, se recurrió al uso de los muros prefabricados, los cuales fueron elaborados en una planta de Graña y Montero. Para ello, se tomaron las medidas, se produjeron, trajeron a obra y se montaron.

Hay diversos elementos prefabricados, desde muros de 1,5 m de ancho y 3,5 m de altura, de espesores delgados, hasta los elementos llamados "mullions", que son columnas decorativas instaladas en casi todas las fachadas interiores y exteriores. Estos mullions tienen medidas variables con alturas de 4 m y secciones mayormente de 40 x 15 centímetros. Son elaborados en grandes cantidades de forma casi industrial.

Mena indicó que en el interior de los tabiques prefabricados y dependiendo de su necesidad, se está colocando lana de

Máxima Resistencia y Protección



Látex Hidrorrepelente

Producto Hidrorrepelente, de acabado mate con excelente poder cubriente, resistente a la saponificación e intemperie. Gran protección contra ensuciamiento además de proteger contra hongos y algas.



Marmolina Hidrorrepelente

Revestimiento de características hidrorrepelente, posee granos de cuarzo de distintos tamaños, formulado para ser usado en exteriores dejando una capa dura pero elástica, lo que asegura gran durabilidad.



www.pinturastajamar.cl



Las losas nervadas fueron necesarias por su mayor peralte para trabajar grandes luces, así como alcanzar la rigidez solicitada por los diseñadores estructurales.

Se instalaron un total de 149 aisladores entre los sótanos uno y dos, para hacer el edificio sismo resistente.

vidrio como un elemento complementario para el aislamiento acústico. Las losas nervadas fueron necesarias por su mayor peralte y con la finalidad de trabajar amplias luces, así como alcanzar la rigidez solicitada por los diseñadores estructurales. Estos productos, a su vez, le dieron a la arquitectura un carácter personalizado que resalta mucho en cada lugar donde uno se ubique.

HORMIGÓN Y ACERO

Se utilizó hormigón premezclado, de resistencias desde $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y hasta $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, este último en las vigas postensadas. La mayor cantidad empleada posee un $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ utilizada en las grandes placas, que son el eje principal del edificio y que miden casi 80 cm de ancho. El volumen total empleado en la obra asciende a cerca de los 47.000 metros cúbicos.

Respecto al acero estructural, se implementó del tipo dimensionado en el 90% de la estructura en vigas, placas, de las columnas y en la cimentación. Mena explicó que este acero viene cortado, habilitado y preparado para ser izado por las grúas torre, lo cual los ayudó mucho a acelerar el trabajo y cumplir con los plazos.

MURO SOBRE LA AVENIDA ARMENDÁRIZ

Desde la avenida Grau hacia Armendáriz, se erigió un gran muro de casi 12 m de altura que termina en el eje 14, donde se corta para la ejecución de la futura segunda fase. Dicho muro tiene quiebres facetados, con planos triangulares y trapezoidales que son elabora-



La altura total del edificio es de 45 m, mientras que desde Armendáriz es de 50 m aproximadamente, por la depresión del desnivel.

dos mediante un sistema combinado de prelosas por detrás, y encofrados fenólicos en la parte delantera, a manera de un rompecabezas, vaciándose in situ el concreto.

ILUMINACIÓN Y PAISAJISMO

El concepto desarrollado por los especialistas en iluminación de la nueva sede busca resaltar la vida universitaria dentro del mismo centro de estudios. Álvaro Mena indicó que si se hubiese iluminado desde afuera hacia adentro, no se podría apreciar en la noche lo que pasa en los corredores y espacios sociales del interior del claustro; por ello, se ha buscado destacarla como un espacio vivo con gente que interactúa en su interior.

Respecto al tratamiento del paisajismo, se han realizado estudios para las variedades de vegetación (entre ellas, árboles de casi 5 m de altura), así, el sustrato para poner las plantas tiene componentes que le permiten ser ligeros, así como sistemas de drenaje especiales que logran almacenar agua en dosis

adecuadas para que las especies se desarrollen. Por ello, se ha tratado que la mayor parte de las variedades de plantas y árboles sean nativos.

LOGÍSTICA Y BIM

Mena indicó que la metodología constructiva BIM fue aplicada en este proyecto, mediante la realización de un modelo del edificio, a nivel de arquitectura, especialidades y estructuras, con el fin de solucionar los problemas que ayuden a una rápida ejecución. Así, destacó que en un año se obtuvo un gran avance gracias a que se identificaron con mucha antelación de las dificultades mediante el sistema mencionado.

CERTIFICACIÓN LEED®

El proyecto tiene como uno de sus objetivos lograr que el edificio obtenga la certificación LEED®, por ello, se han aplicado al diseño y construcción diversas metodologías de ahorro de energía, maximización del uso de la iluminación natural y aplicación de los con-

ceptos de ventilación cruzada, logrando que el aire fluya de forma natural y se refresquen los ambientes con un muy bajo consumo de energía.

La aplicación del concepto de sostenibilidad fue uno de los criterios más importantes por los que Grafton Architects ganó el proyecto arquitectónico. En el diseño conceptual se estudió la forma y posición de la edificación para que el ingreso de luz natural sea óptimo en los diferentes espacios para distintas horas del día y estaciones del año.

De esta manera, la primera etapa de este nuevo centro universitario se erige como una colosal obra, en la que han participado cerca de 850 trabajadores. Entró en operaciones para albergar a 2.100 alumnos en marzo de 2015, mientras que el local de Santa Anita –que tiene la casa de estudios desde hace algunos años– funcionará solo como sede industrial. La UTEC brindará únicamente carreras de ingeniería y planea posicionarse como un gran centro de conocimiento e innovación para Perú y Latinoamérica. ■



KRINGS CHILE

Solución Integral en Entibaciones Metálicas

- Sistemas de cajones KS-60 (Para bajas profundidades)
- Sistemas de cajones KS-100
- Sistemas con guías deslizantes:
 - Sistema corredera (4-6 metros)
 - Sistema paralelo (5-8 metros)

Sistema esquinero para pozos, cámaras y plantas elevadoras

Casa Matriz
Flor de Azucenas 42 OF. 21 - Las Condes
Fono: (56 2) 2241 3000 - 2745 5424

Guillermo Schrebler
gschrebler@krings.cl

www.krings.cl

**RAPIDEZ
SEGURIDAD
EFECTIVIDAD**