



# A Concrete Diamond in the Northern Cape

Sol Plaatje University Student Resource Centre's floating concrete façade challenges the limits of lateral stability

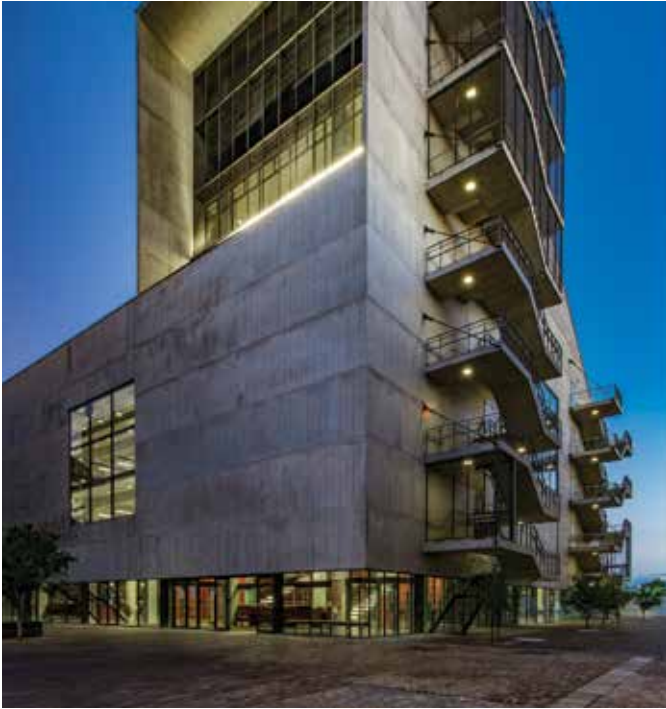
by Deborah Huso

**D**iamonds built the city of Kimberley, South Africa, so it seems appropriate that the building at the heart of the city's new public university should feature an architectural vernacular hearkening to that mining history. The newly constructed Sol Plaatje University Student Resource Centre (SRC), the centerpiece of the first public university to be built in South Africa since 1994, has a design like the cut of an inverted diamond, while also calling to mind the region's native Brakdak style of construction where wood is a nearly nonexistent feature. Employing concrete as a primary structural and aesthetic element, the SRC's external concrete skin is structurally independent of the building's inner core.

"The type of buildings that have happened in [this] part of the world had thick walls to insulate from the heat and create thermal mass for the cold," says Mark Horner, Project Director for Durban-based DesignWorkshop, the architectural

firm responsible for the SRC's design. "[Kimberley] has a very extreme climate, hot in the summer and cold in the winter with a high diurnal temperature range between day and night throughout the year." To address those climate extremes, DesignWorkshop created a building encased in an insulating, seamless, cast-in-place concrete shell floating 2.4 m (7.9 ft) above the ground with an angular, origami-like roof and a thermally activated building system (TABS) to maintain consistent climate control in the extreme conditions of the Northern Cape.

"Once you're in the building, you want everybody connected into one space," Horner says, explaining the glass-enclosed first floor with the "floating" concrete walls above it. "The void around the building provides an environmental response and also connects everyone on every floor throughout the building."



**Fig. 1: Floating façade of the Sol Plaatje University Student Resource Centre (SRC)**



**Fig. 2: Staircases and open space between the concrete façade and the inner core allow natural light to enter the building**

## Achieving a Floating Façade

The entire exterior shell of the building is a monolithic 220 mm (8.7 in.) thick concrete envelope with the walls cantilevered to the outside. This signature floating façade supported by intentionally visible, eccentric steel columns is not only raised a story’s height above the courtyard that surrounds it but is also separated from the interior floor slabs by a 2.7 m (8.9 ft) void filled with a structural steel lift frame that connects the interior concrete floor slabs with the concrete outer shell all the way to the roof (Fig. 1). This makes the concrete envelope completely separate from the building’s interior core.

Meanwhile, that 2.7 m void between the concrete façade and the stacked, reinforced concrete platform design of the inner building core creates a “thermal duvet” between the structure’s external shell and the interior habitable space, according to structural engineering firm Aurecon’s Project Director Heinrich Stander. Within that zone are staircases and open space to allow natural light to enter the SRC’s seven floors (Fig. 2).

However, because those exterior walls, 8.5 m (28 ft) at the tallest, stand separate from the internal building structure and separate from the ground above a 2 m (6.6 ft) glass façade, they would have a tendency to fall outward without support during the construction process. DesignWorkshop wanted as little structure as could be managed for those 2 m of glazing. To support the exterior walls, Stander says, the team at Aurecon planned for 8 m (26 ft) centers to connect interior floor slabs with the steel columns cast in footings sitting on the inside of the wall (Fig. 3).

“In a normal concrete structure, you have lateral support with slabs as you go up,” explains Andrew Murray, Chairman of Murray & Dickson Construction Group in Johannesburg, the general contractor on the project. “But here, slabs were cast later [and] were never tied to the outside façade. [We] had to manufacture special external props that had to stay in place till the façade was attached to the cured concrete slabs by structural steel struts.”

The team employed a sheer connection using three-angle plates. “The concrete wall was then cast over that, so [connections] were embedded and hidden inside the façade wall,” Nick Bester, Aurecon’s Project Team Lead, explains, “so you can’t see connections from the inside or outside [of the building].”

Engineers divided the façade perimeter into three sections via 300 mm wide (24 in.) shrinkage pour strips. As the wall height incrementally increased in 2.4 m lifts (8 ft), instability also increased, so the team installed large strut-and-tie connectors and anchored them to counterweights at the portion of the wall facing the courtyard. All those temporary supports had to stay in place until the pour strips were filled in over the height of the walls, the sloping roofs were placed, and the structural steel canopy of the courtyard below was installed.

“We had a very heavy envelope resting on nothing and that could take no lateral load until complete,” Murray says.



**Fig. 3:** Exterior walls are supported by steel columns cast in footings and sitting on the inside of the wall

Thus, the building reached full strength only at construction completion.

Inside the building, the cast-in-place concrete A-frames of the ground floor auditorium (Fig. 4) also provide supporting structure without the need for larger, intrusive transfer beams, offering a 16 m (52.5 ft) column-free space made possible by using two double-story reinforced concrete hanging columns that suspend from the apex of the frame, according to Bester.

During construction, those A-frames required bolstering from large, temporary support columns before the team used 400 tonne (441 ton) jacks to push the A-frames upward and then removed the shim plates to allow the A-frames to span freely, providing for removal of the temporary columns.

Three sets of hanging steel stairs are all supported from above, too, rather than below. Hanging from tension rods from the roof (Fig. 5), the stairs were put in at the end of construction once the roof was installed. The stairs connect to the floor slabs only at landings.

### Working Concrete in Challenging Conditions

One of the key challenges of the SRC's construction was placing the concrete that forms its external floating shell. To avoid shrinkage cracking, the team employed low-shrinkage,



**Fig. 4:** Steel A-frames of the ground floor auditorium provide additional support for the structure



**Fig. 5:** Steel stairs are supported from above by tension rods from the roof

strain-performance concrete with stringent curing practices, including the previously mentioned pour strips in some areas of the façade walls and sloping roofline.

Those strips ran the full height of three sides of the building and remained open for 90 days after placement.

Each corner of the building's roofline stands at a different level, corresponding to the height of the campus structures that surround it. This resulted in steep roof slopes, which also created placing challenges (Fig. 6). "Casting something vertically and horizontally are things we're all used to," Murray says, "but when you do it at a steep slope, you have all kinds of problems because the concrete wants to run down." To address this, the team used a low-slump concrete mixture for the roof, placing it in small sections to avoid adding too much weight all at once.

### Installing Sustainable Heating and Cooling

To address the extremes of heat and cold in Kimberley in a sustainable way, the SRC was built not only to capture passive solar lighting but also to accommodate thermally moderated



**Fig. 6: The sloping roof slab created placing challenges**



**Fig. 7: A thermally activated building system (TABS) was installed in concrete slab floors and the roof to provide heating and cooling of the building**

concrete made possible by TABS. Composed of a webbed network of chilled or heated water that circulates through the concrete slab floors and the roof (Fig. 7), it offers a sustainable system for moderating the structure’s heating and cooling regardless of season.

“We’ve done a number of these [systems] in the past—cooling and heating by pushing water of various temperatures through the concrete,” Murray says. The concrete retains the heat or coolness of the water circulating through it, so the concrete shell is itself another thermal insulator. Meanwhile, the floating floor slabs allow circulation of air between the floors.

Installation of the TABS made for a variety of coordination challenges. The hydronic tubing had to be installed between the top and bottom reinforcement mats, basically sitting in the middle of the to-be-placed concrete slabs, Stander explains. Then the team had to conduct lengthy pressure tests before concrete placement to ensure there was no leakage. Lastly, the team had to remove the soffit forms without damaging the tubing after placement.

“We decreased the spacing of the top reinforcement so concrete wouldn’t stick to all the plastic parts and break them,” Stander says. “[We] had to tie them down and fill them with water during the casting operation. It was like a radiator lying in the floor.”

“The client wanted everything embedded in the concrete,” adds Stander, “so it was kind of like working with Swiss cheese.”

The end result, however, creates an efficient and environmentally sustainable way to maintain comfort in the SRC throughout the year. In summer, for example, the concrete with cooled water running through the embedded hydronic tubing helps prevent the buildup of excessive warmth in the building’s interior. Warm air hits the surface of the cool concrete. The concrete then essentially absorbs the heat, removing it from the interior habitable space.

## Completing a Daring and Award-Winning Structure

Completed in November 2017 and opened to students in March of the following year, the SRC took 24 months to build, following more than a year of design work and testing.

“The architects really challenged us on this project,” says Stander. “The façade walls have an inherent stiffness you want to activate, but how do you make use of that stiffness when you’re lifting them off the ground? The floors basically tie into the walls and lift them up, [transferring] the weight from the floors to the walls.”

Challenging as the SRC was to build, the absence of structural walls above the first level slab of the building establishes incredible flexibility for the university’s future growth, allowing for spaces within the SRC to be used differently over time. It also creates a space in which every floor is open to and connected to those above and below, symbolizing the connectivity of the university community.

The Sol Plaatje University SRC won the 2017 Fulton Concrete Award in the “Buildings More Than 3 Storeys” category and received a commendation in the “Architectural Concrete” category. The Fulton Awards of Cement and Concrete SA, an ACI International Partner, are considered the “Oscars” of concrete in South Africa.

Selected for reader interest by the editors.



**Deborah Huso** is Creative Director and Founding Partner of WWM, Charlottesville, VA, USA. She has written for a variety of trade and consumer publications, such as *Precast Solutions*, *U.S. News & World Report*, *Concrete Construction*, and *Construction Business Owner*. She has provided website development and content strategy for several Fortune 500

companies, including Norfolk Southern and GE.

# Un diamante de concreto en el cabo norte

*La fachada flotante de concreto del Centro de Recursos para Estudiantes de la Universidad de Sol Plaatje desafía los límites de la estabilidad lateral*

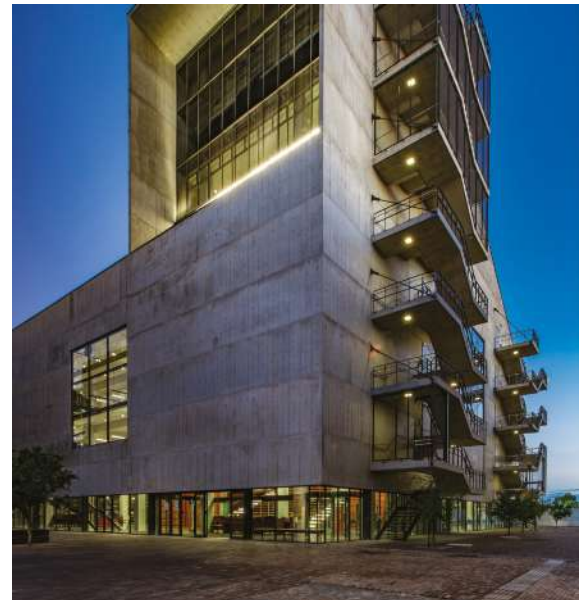
*por Deborah Huso*



Los diamantes construyeron la ciudad de Kimberley (Sudáfrica), por lo que parece apropiado que el edificio del corazón de la nueva universidad pública de la ciudad tenga una arquitectura vernácula que recuerde esa historia minera. El recién construido Centro de Recursos para Estudiantes (SRC, por sus siglas en inglés) de la Universidad Sol Plaatje, la pieza central de la primera universidad pública que se construye en Sudáfrica desde 1994, tiene un diseño similar a los cortes de un diamante invertido, al tiempo que recuerda el estilo de construcción Brakdak típico de la región, donde la madera es un elemento casi inexistente. Empleando el concreto como elemento principal tanto estructural como estético, el revestimiento externo de concreto del SRC es estructuralmente independiente del núcleo interno del edificio.

“El tipo de edificios que se han construido en [esta] parte del mundo tenían muros gruesos para aislar del calor y crear masa térmica para el frío”, dice Mark Horner, director

del proyecto de DesignWorkshop, con sede en Durban, el bufete de arquitectura responsable del diseño del SRC. “[Kimberley] tiene un clima muy extremo, caluroso en verano y frío en invierno, con una gran variación térmica diurna entre el día y la noche a lo largo del año”. Para hacer frente a esos extremos climáticos, DesignWorkshop creó un edificio encapsulado en un armazón de concreto aislado y sin juntas, colado en el lugar, que flota a 2.4 m (7.9 pies) por encima del suelo, con un tejado angular tipo origami y un sistema



*Figura.1: Fachada flotante del Centro de Recursos para Estudiantes de la Universidad de Sol Plaatje (SRC)*



*Figura.2: Las escaleras y el espacio abierto entre la fachada de concreto y el núcleo interno permiten que la luz natural entre en el edificio*

de construcción activado térmicamente (TABS) para mantener un control climático constante en las condiciones extremas del Cabo Norte.

“Una vez que estás en el edificio, quieres que todo el mundo esté conectado en un solo espacio”, afirma Horner, explicando el primer piso cubierto de cristal con los muros de concreto “flotantes” sobre él. “El hueco que rodea el edificio proporciona una respuesta ambiental y también conecta a todo el mundo en cada piso a lo largo del edificio”.

## Logrando una fachada flotante

Todo el armazón exterior del edificio es una envoltura monolítica de concreto de 220 mm (8.7 pulg.) de espesor, con los muros en voladizo hacia el exterior. Esta emblemática fachada flotante, sostenida por columnas de acero excéntricas intencionadamente visibles, no sólo se eleva un piso por encima del patio que la rodea, sino que también está separada de las losas de piso interiores por un vacío

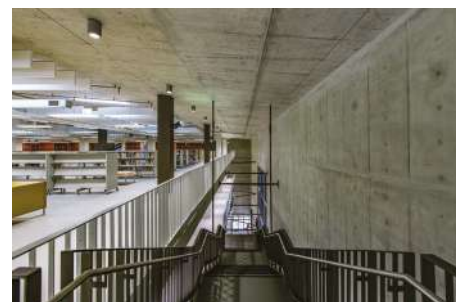
de 2.7 m (8.9 pies) relleno con un marco elevador de acero estructural que conecta las losas de piso de concreto interiores con el armazón de concreto exterior hasta el techo (Figura. 1). Esto hace que la envoltura de concreto esté completamente separada del núcleo interior del edificio.

Mientras tanto, ese vacío de 2.7 m entre la fachada de concreto y el diseño de plataforma de concreto reforzado sobrepuesta del núcleo interno del edificio crea un "edredón térmico" entre el armazón externo de la estructura y el espacio interior habitable, según el director del proyecto de la firma de ingeniería estructural Aurecon, Heinrich Stander. Dentro de esa zona hay escaleras y espacios abiertos para permitir que la luz natural entre en las siete plantas del SRC (Figura. 2).



*Figura.3: Los muros exteriores se apoyan en columnas de acero coladas en las zapatas y asentadas en el interior del muro*

*Figura.4: Los marcos de acero en forma de A del auditorio de la planta baja proporcionan un soporte adicional a la estructura*



*Figura.5: Las escaleras de acero se sostienen del techo por medio de varillas de tensión*

Sin embargo, como esos muros exteriores, de 8.5 m (28 pies) de altura, están separados de la estructura interna del edificio y separados del suelo por encima de una fachada de vidrio de 2 m (6.6 pies), tenderían a caer hacia afuera sin soporte durante el proceso de construcción. DesignWorkshop quería la menor estructura posible para esos 2 m de ventanales. Para sostener los muros exteriores, según Stander, el equipo de Aurecon previó centros de 8 m (26 pies) para conectar las losas de piso interiores con las columnas de acero coladas en zapatas asentadas en el interior del muro (Figura. 3).

“En una estructura de concreto normal, se tiene un soporte lateral con losas conforme se va subiendo”, explica Andrew Murray, presidente de Murray & Dickson Construction Group en Johannesburgo, el contratista general del proyecto. “Pero aquí, las losas se colaron después [y] nunca estuvieron unidas a la fachada exterior. Tuvimos que fabricar apoyos exteriores especiales que debían permanecer en su sitio hasta que la fachada se fijara a las losas de concreto curadas mediante puntales de acero estructural”.

El equipo empleó una conexión envolvente utilizando placas de tres ángulos. “El muro de concreto fue colado sobre eso, de modo que [las conexiones] quedaron embebidas y ocultas dentro del muro de la fachada”, explica Nick Bester, jefe del equipo de proyectos de Aurecon, “de modo que no se pueden ver las conexiones desde el interior o el exterior [del edificio]”.

Los ingenieros dividieron el perímetro de la fachada en tres secciones mediante franjas de colado de contracción de 300 mm de ancho (24 pulg.). A medida que la altura del muro aumentaba en incrementos de 2.4 m (8 pies), la inestabilidad también aumentaba, por lo que el equipo instaló grandes conectores de puntal y tensor y los ancló a contrapesos en la parte del muro que daba al patio. Todos esos soportes provisionales tuvieron que permanecer en su sitio hasta que se rellenaron las franjas de colado sobre la altura de los muros, se colocaron las cubiertas inclinadas y se instaló la marquesina de acero estructural del patio inferior.

“Teníamos un revestimiento muy pesado que no se apoyaba en nada y que no podía soportar ninguna carga lateral hasta que se completara”,

dice Murray. Por lo tanto, el edificio no alcanzó su máxima resistencia hasta la finalización de la construcción.

Según Bester, en el interior del edificio, los marcos de concreto en forma de A del auditorio de la planta baja (Figura. 4), también proporcionan una estructura de soporte sin la necesidad de vigas de transferencia más grandes e invasivas, ofreciendo un espacio libre de columnas de 16 m (52.5 pies) hecho posible mediante el uso de dos columnas colgantes de concreto reforzado de dos pisos que se suspenden desde el vértice del marco.

Durante la construcción, esos marcos en forma de A requirieron el refuerzo de grandes columnas de apoyo temporales antes de que el equipo utilizara gatos de 400 toneladas (441



*Figura.6: La losa inclinada del techo planteó problemas de colocación*



*Figura.7: Se instaló un sistema de construcción activado térmicamente (TABS, por sus siglas en inglés) en los pisos de la losa de concreto y en el techo para proporcionar calefacción y refrigeración al edificio*

toneladas) para empujar los marcos en forma de A hacia arriba y luego retirara las placas de calce para permitir que los marcos en forma de A se abrieran libremente, lo que permitió retirar las columnas temporales.

Tres conjuntos de escaleras de acero colgantes se sostienen también desde arriba, en lugar de desde abajo. Las escaleras, que cuelgan del techo con varillas de tensión (Figura. 5), se colocaron al final de la construcción, una vez instalado el techo. Las escaleras se conectan con las losas del piso sólo en los descansos.

## Trabajando el concreto en condiciones adversas

Uno de los principales retos de la construcción del SRC fue la colocación del concreto que forma su armazón externo flotante. Para evitar el agrietamiento por contracción, el equipo empleó concreto de baja contracción y de alto desempeño por deformación con estrictas prácticas de curado, incluyendo las franjas de vaciado antes mencionadas en algunas áreas de las paredes de la fachada y del techo inclinado.

Esas franjas abarcaban toda la altura de tres lados del edificio y permanecieron abiertas durante 90 días después de su colocación.

Cada esquina del techo del edificio se encuentra a un nivel diferente, correspondiente a la altura de las estructuras del complejo que lo rodean. En consecuencia, las pendientes de los techos eran muy pronunciadas, lo que también creaba desafíos de colocación (Figura. 6). “Colar algo en vertical y en horizontal son cosas a las que todos estamos acostumbrados”, dice Murray, “pero cuando lo haces en una pendiente pronunciada, tienes todo tipo de problemas porque el concreto quiere correr hacia abajo”. Para solucionar esto, el equipo utilizó una mezcla de concreto de bajo revenimiento para el techo, colocándolo en pequeñas secciones para evitar agregar demasiado peso de una sola vez.

## Instalando la calefacción y la refrigeración sostenibles

Para hacer frente a los extremos de calor y frío en Kimberley de una manera sostenible, el SRC fue construido no sólo para capturar la iluminación solar pasiva, sino también para dar cabida a un concreto térmicamente moderado hecho posible mediante TABS. Compuesto por una red de agua fría o caliente que circula por los pisos de la losa de concreto y el techo (Figura. 7), ofrece un sistema sostenible para moderar la calefacción y la refrigeración de la estructura independientemente de la temporada.

“En el pasado hemos realizado varios de estos [sistemas]: refrigeración y calentamiento mediante la introducción de agua a distintas temperaturas a través del concreto”, dice Murray. El concreto retiene el calor o el frío del agua que circula a través de él, por lo que el armazón de concreto es en sí mismo otro aislante térmico. Mientras tanto, las losas flotantes del piso permiten la circulación del aire entre los pisos.

La instalación de los TABS supuso una serie de retos de coordinación. La tubería hidráulica tuvo que instalarse entre las mallas de refuerzo superior e inferior, prácticamente situada en medio de las losas de concreto que se iban a colocar, explica Stander. Posteriormente, el equipo tuvo que realizar prolongadas pruebas de presión antes de la colocación del concreto para garantizar que no hubiera fugas. Por último, el equipo tuvo que retirar las cimbras del plafón sin dañar la tubería después de su colocación.

“Disminuimos la separación del refuerzo superior para que el concreto no se pegara a todas las piezas de plástico y las rompiera”, dice Stander. “[Tuvimos] que atarlas y llenarlas de agua durante el proceso de colado. Era como un radiador tirado en el piso”.

“El cliente quería que todo estuviera embebido en el concreto”, añade Stander, “así que fue como trabajar con queso suizo”.



El resultado final, sin embargo, crea una forma eficiente y ambientalmente sostenible de mantener el confort en el SRC durante todo el año. En verano, por ejemplo, el concreto con agua refrigerada que corre por la tubería hidráulica embebida ayuda a evitar la acumulación de calor excesivo en el interior del edificio. El aire caliente golpea la superficie del concreto frío. Entonces, básicamente, el concreto absorbe el calor, eliminándolo del espacio interior habitable.

## Completando una audaz estructura galardonada

Terminado en noviembre de 2017 y abierto a los estudiantes en marzo del año siguiente, el SRC tardó 24 meses en construirse, tras más de un año de trabajo de diseño y ensayos.

“Los arquitectos nos desafiaron realmente en este proyecto”, dice Stander. “Los muros de la fachada tienen una rigidez inherente que se quiere activar, pero ¿cómo se aprovecha esa rigidez cuando los levantas del suelo? Los pisos básicamente se atan a las paredes y se levantan, [transfiriendo] el peso de los pisos a las paredes”.

A pesar del reto que supuso la construcción del SRC, la ausencia de muros estructurales por encima de la losa del primer nivel del edificio establece una increíble flexibilidad para el crecimiento futuro de la universidad, permitiendo que los espacios dentro del SRC se utilicen de distinta forma con el tiempo. También crea un espacio en el que cada planta está abierta y conectada con aquellas situadas por encima y por debajo, simbolizando la conectividad de la comunidad universitaria.

El SRC de la Universidad Sol Plaatje ganó el Premio de Concreto Fulton 2017 en la categoría “Edificios de más de 3 pisos” y recibió una mención en la categoría “Concreto Arquitectónico”. Los Premios Fulton de Cemento y Concreto SA, un socio del ACI International, son considerados los “Oscar” del concreto en Sudáfrica.



**Deborah Huso,** Es directora creativa y socia fundadora de WWM, Charlottesville, VA, EE.UU. Ha escrito para distintas publicaciones comerciales y de consumo, como Precast Solutions, U.S. News & World Report, Concrete Construction y Construction Business Owner. Ha desarrollado sitios web y estrategias de contenido para varias empresas de Fortune 500, como Norfolk Southern y GE.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de México Noreste

*Título: Un diamante de concreto en el cabo norte*



*Traductora:*  
**Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez**



*Revisor Técnico:*  
**Ing. José Lozano y Ruy Sánchez**