

# *Dual structural design for an educational institution located in the Pacific Ring of Fire, Peru.*

Jesús Andrés Javes Amaya, Bachiller<sup>1</sup>, Cristhian Andrés Rodríguez Ángeles, Bachiller<sup>1</sup>,  
Marco Antonio Cerna Vásquez, Magíster<sup>1</sup>, Carlos Mario Fernández Díaz, Doctor<sup>1</sup>, Elmis Jonatan García Zare,  
Doctor<sup>1</sup> y Flor Alicia Calvanapón-Alva, Doctora<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad César Vallejo (UCV). Perú. [jjaves@ucvvirtual.edu.pe](mailto:jjaves@ucvvirtual.edu.pe), [crodriguez@ucvvirtual.edu.pe](mailto:crodriguez@ucvvirtual.edu.pe),  
[mccernav@ucvvirtual.edu.pe](mailto:mccernav@ucvvirtual.edu.pe), [cmfernandezd@ucvvirtual.edu.pe](mailto:cmfernandezd@ucvvirtual.edu.pe), [falta@ucvvirtual.edu.pe](mailto:falta@ucvvirtual.edu.pe),  
[ejgarciaz@ucvvirtual.edu.pe](mailto:ejgarciaz@ucvvirtual.edu.pe),  
[calvanaponfa@ucvvirtual.edu.pe](mailto:calvanaponfa@ucvvirtual.edu.pe)

**Abstract** - The objective of this research work is to analyze and design the structure of the recreational and pedagogical area for an educational institution in Peru. For this research, the expansion of an educational institution located in Trujillo - Peru (Pacific Ring of Fire) with seismic risk has been proposed. The environments are designed with the technical criteria for the design of educational premises established by MINEDU and the national building regulations. As for the structural aspect of the pedagogical environments, the requirements of the E.030 Seismic Resistant Design Standard were met, supported by the use of the Etabs software. In the seismic analysis, drifts of less than 0.007 were obtained, with a maximum drift of 0.001434 in the X-axis and 0.004591 in the Y-axis. For the steel design, all load combinations established in the E060 standard were taken into account. In terms of recreational areas, a semi-Olympic pool with a length of 25m and a width of 12.5m, with a depth of 1.80m, was considered, thus complying with the minimum parameters established in the technical standard. As we return to in-person activities after the challenges of the pandemic, it is necessary for all private and public educational institutions to be structurally evaluated to verify compliance with functionality and safety parameters, and establish the necessary repairs or reinforcements with the sole objective of safeguarding the lives of children and young people.

**Keywords**-- Structural design; semi-Olympic swimming pool; seismic analysis; pedagogical area.

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LACCEI).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).  
**DO NOT REMOVE**

# Diseño estructural dual para una Institución Educativa ubicada en el cinturón de fuego del pacifico, Perú

Jesús Andrés Javes Amaya, Bachiller<sup>1</sup>, Cristhian Andrés Rodríguez Angeles, Bachiller<sup>1</sup>, Marco Antonio Cerna Vásquez, Magíster<sup>1</sup>, Carlos Mario Fernández Díaz, Doctor<sup>1</sup> Elmis Jonatan García Zare, Doctor<sup>1</sup> y Flor Alicia Calvanapón-Alva, Doctora<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad César Vallejo (UCV). Perú. [jjaves@ucvvirtual.edu.pe](mailto:jjaves@ucvvirtual.edu.pe), [crodriguez@ucvvirtual.edu.pe](mailto:crodriguez@ucvvirtual.edu.pe), [mcernav@ucvvirtual.edu.pe](mailto:mcernav@ucvvirtual.edu.pe), [cmfernandezd@ucvvirtual.edu.pe](mailto:cmfernandezd@ucvvirtual.edu.pe), [ejgarciaz@ucvvirtual.edu.pe](mailto:ejgarciaz@ucvvirtual.edu.pe), [calvanaponfa@ucvvirtual.edu.pe](mailto:calvanaponfa@ucvvirtual.edu.pe)

**Resumen** – El trabajo de investigación tiene como objetivo analizar y diseñar la estructura del área recreativa y pedagógica para una Institución Educativa en Perú. Para la presente investigación se ha planteado realizar la ampliación de una Institución educativa que se encuentra ubicada en Trujillo – Perú (cinturón de fuego del pacífico) con riesgo sísmico. Ambientes diseñados con la norma técnica de criterios de diseño para locales educativos del MINEDU y el reglamento nacional de edificaciones. En cuanto al tema estructural de los ambientes pedagógicos, se cumplió con las exigencias de la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, esto consolidado con el software Etabs. En el análisis sísmico, se obtuvo derivas menores a 0.007, existiendo la deriva máxima 0.001434 en el eje X y 0.004591 en el eje Y; para el diseño del acero se tuvo en cuenta todas las combinaciones de cargas establecidas en la norma E060. En cuanto al tema recreativo, se consideró una piscina semiolímpica de 25m de largo y 12.5m de ancho con una profundidad de 1.80m, cumplió de esta manera con los parámetros mínimos de la norma técnica. Al volver a las actividades presenciales después de las inclemencias de la pandemia que se ha vivido, es necesario que todas las instituciones educativas privadas y públicas sean evaluadas estructuralmente para verificar si cumplen los parámetros de funcionalidad y seguridad, y así, establecer las reparaciones o reforzamientos necesarias, con el único objetivo de velar por la vida de los niños y jóvenes.

**Palabras clave**– Diseño estructural; piscina semiolímpica; análisis sísmico; área pedagógica.

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra en la zona sísmica más activa del mundo, en el llamado “Cinturón de Fuego del pacífico”, lo cual implica que diversas edificaciones deben ser diseñadas para resistir eventos sísmicos, por lo que la norma E.030 de Diseño Sismorresistente, la cual ha sido modificada en más de una ocasión en los últimos 30 años, esto debido a los movimientos sísmicos de gran magnitud y a la investigación constante. Sin embargo, en el Perú, diversas edificaciones, entre ellas las instituciones educativas, ya sea públicas o privadas no se encuentran en condiciones óptimas, ya sea porque se cometió una serie de errores en los procedimientos constructivos, no fueron diseñados para la categoría requerida, o no utilizaron los materiales de buena calidad, es por ello que con el paso de los años se observan diferentes fallas.[1]

En 13 regiones del Perú, las instituciones educativas públicas, vienen rehabilitándose por el Programa Reconstrucción con cambios (PIRCC), el cual tiene como misión reconstruir las infraestructuras que fueron dañada por el fenómeno del niño Costero, unas de las regiones que se encuentra considerada es La Libertad, donde el sistema

estructural predominante de las infraestructuras es el sistema Dual, debido a que garantiza un comportamiento óptimo, además de aportar rigidez a la estructura y controlar los desplazamiento laterales, de tal manera que sean menores que los permisibles.

Es claro destacar que, uno de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) es alcanzar una educación de calidad para niños y jóvenes, es por ello, la necesidad y derecho de tener instalaciones educativas de primer nivel, tanto en áreas pedagógicas y recreativas. En el Perú, no se le ha dado la debida importancia al tema deportivo como es el caso de la natación en comparación a otros deportes. Cabe mencionar que, uno de los deportes que ha tenido bastante acogida es la natación, desde el 2020 en Lima se ha promovido la práctica de este y otros deportes en las instalaciones donde fueron desarrolladas los juegos Panamericanos, donde el deporte con mayor cantidad de inscritos ha sido natación con más de 3000 participantes.

Con la llegada de inmigrantes al Perú y a la ciudad en estudio, el índice poblacional ha aumentado considerablemente. Esto ha ocasionado que las instituciones educativas se encuentren saturadas en su aforo y las matrículas en diferentes instituciones se acaben con rapidez, es por ello, la importancia de la propuesta de ampliación de la infraestructura educativa para mejorar la calidad de vida de los estudiantes. Por lo tanto, se plantea el siguiente objetivo: Analizar y diseñar la estructura del área recreativa y pedagógica para una Institución Educativa en Perú

## III. MARCO TEÓRICO

El diseño estructural son todas aquellas actividades que se desarrollan para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de un sistema estructural, con la finalidad de resistir las fuerzas o acciones a las que estará sometido sin que se produzcan fallas o un mal comportamiento [2]. Para comprender adecuadamente el proceso de diseño estructural, se puede dividir en tres puntos importantes: la estructuración, el análisis y el dimensionamiento.

En cuanto a los criterios de estructuración sismo resistente se deben tener en cuenta en toda edificación: (a) Simplicidad y simetría. Las estructuras simples se comportan mejor durante los sismos. (b) Resistencia y ductilidad. Las estructuras deben tener una resistencia sísmica en dos direcciones ortogonales o aproximadamente ortogonales. (c) Hiperestaticidad y monolitismo. Esto implicaría falla de los elementos o

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LACCEI).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).  
**DO NOT REMOVE**

conexiones en la estabilidad de la estructura. (d) Uniformidad y continuidad. La estructura debe ser regular en planta y elevación. (e) Rigidez lateral. Debe tener elementos estructurales importantes en sus direcciones principales [3].

En la parte de análisis, en primera instancia se debe realizar la modelación de la estructura referida a la recolección de información y suposición de características y propiedades de los elementos de la subestructura y superestructura. Luego, determinamos las acciones de diseño que consiste en definir y considerar las cargas y otros agentes definidos en los reglamentos y códigos de cada país. Finalmente, determinar el efecto de las acciones, que consiste en determinar las fuerzas internas (momentos flectores, fuerzas cortantes y fuerzas axiales), así como las deflexiones y deformación de la estructura [2].

En lo que respecta al dimensionamiento, se definen los elementos estructurales considerados y se realizan las especificaciones y planos detallados, que deben haber cumplido los requisitos de seguridad según el uso y zonificación de la edificación. Todos estos resultados previos se validan con un modelado estructural computarizado con diversos softwares que facilitan el cálculo estructural, entre los que destacan el ETABS y SAP2000.

El reglamento nacional de edificaciones establece que las instituciones educativas de nivel primaria y secundario en el Perú, deben tener un número de pisos máximo de 4. En el mismo reglamento, también recomienda que el porcentaje de área libre a considerar en las instituciones educativas está en relación con el tipo de terreno en IIEE públicas, en cambio en las IIEE privadas el área será solo del 40%.

### III. METODOLOGÍA

El tipo de investigación fue aplicada, propositiva; buscó obtener datos de los estudios del laboratorio y análisis de teorías para obtener evidencias de la realidad, para posteriormente dar una alternativa de solución al problema planteado [4]. En cuanto al diseño, es no experimental de corte transversal; puesto que recolecta datos, en un tiempo determinado y único, es decir que realiza un seguimiento de un evento, persona o grupo en un tiempo establecido [5].

Para la variable fáctica de la investigación se consideró las dimensiones: Levantamiento Topográfico, Diseño Arquitectónico, Estudios de mecánicas de Suelos, predimensionamiento de elementos estructurales, diseño estructural de ambientes pedagógicos y recreativos. Para el eje normativo se empleó reglamento nacional e internacional, la norma A.40 - "Criterios de diseño para locales educativos de primaria y secundaria", la Norma E060 - "Concreto Armado", la Norma ACI318 y ACI350, entre los más resaltantes. Lo que permitió presentar la propuesta desarrollada.

En cuanto a la muestra está conformado por el área que es usada para las aulas pedagógicas y área recreativa, de 1950 m<sup>2</sup> el área destinada.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Estudio de Mecánica de Suelos

Para la identificación de las características físicas, químicas y mecánicas del terreno en el que se desarrolló el proyecto se realizó el estudio de mecánica de suelos. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

TABLA I  
PARÁMETROS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Características	Valores
Prof.(m)	0.60-1.55
Clasificación SUCS	SC
$\phi$	22.50°
C(kg/cm <sup>2</sup> )	0.017
Y(ton/m <sup>3</sup> )	1.454
P(kg/cm <sup>3</sup> )	2.34
u	0.25
E (kg/cm <sup>2</sup> )	300

Mediante el estudio de mecánica de suelos se pudo determinar que el terreno está compuesto por arena con aglomerante arcilloso (SC), la capacidad portante del suelo es de 1.08 kg/cm<sup>2</sup>, un suelo con características adecuadas para una cimentación cuadrada, el terreno presenta un grado de ataque por sulfatos por lo tanto fue necesario la impermeabilización y el uso de cemento portland tipo MS. El asentamiento máximo corresponde a un valor de 0.31 cm, valor por debajo de lo permitido por la norma E050 suelos y cimentaciones que establece el asentamiento máximo con un valor de 2.5cm.

### B. Predimensionamiento de elementos estructurales

Se realizó el metrado de cargas en cumplimiento a la Norma E020 y la determinación de áreas tributarias para la validación de cálculos preliminares.

La altura considerada entre piso es de 2.80 m, en la norma A.040 "Educación" se establece la altura mínima de entrepiso de 2.50 metros, la altura considerada cumple con la normativa vigente. El área destinada para los salones de 60.0 m<sup>2</sup>, los baños de 26.83 m<sup>2</sup>, biblioteca 91.24 m<sup>2</sup>, sala multiusos 91.24 m<sup>2</sup>, comedor 91.24 m<sup>2</sup>, taller de arte 91.24 m<sup>2</sup> y la piscina semiolímpica con medidas de 12.5x25.0m y una profundidad de 1.80m, se verificó el área de los ambientes use uso la norma técnica "Criterios de diseño para locales educativas de primaria y secundaria" (2019).

### C. Análisis Sísmico

#### 1) Modelado de la estructura en Etabs

Para representar la acción del sismo ante la edificación, utilizaremos el programa Etabs, se consideró la norma E.030 de diseño sismorresistente del reglamento nacional de

edificaciones. Cabe mencionar que, se cumplieron los requerimientos mínimos para cumplir con un adecuado comportamiento sísmico de la estructura.

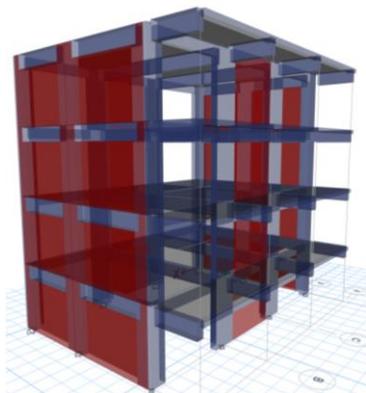


Fig. 1.- Modelado 3D en ETABS 2019.

### 2) Parámetros sísmicos

De acuerdo a la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, establecen parámetros sísmicos de acorde a las condiciones de la zona, la estructura, y tipo de edificación. En cuanto al factor de zonificación, la edificación se encuentra en el distrito de Trujillo, por lo tanto, el factor  $Z=0.45$ . Los parámetros de sitio ( $S, T_p, T_L$ ), se consideró el perfil de suelo blando es:  $S_3=1.10$ ;  $T_p=1.00$ ;  $T_L=1.60$ . Su categoría y su uso de acuerdo, pertenece a la categoría A, cuyo factor de uso "U" es 1.50. En cuanto al coeficiente básico de reducción ( $R_o$ ) en este caso es un Sistema Dual, puesto que la fuerza Cortante en la base actúa entre un 20% y 70% sobre los muros ( $R_o=7$ ).

### 3) Análisis estático

Según la norma técnica E.030 de Diseño Sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones menciona que, este método se representa mediante un conjunto de solicitaciones sísmicas, por intermedio de un conjunto de fuerzas, de dos componentes ortogonales y uno rotacional, que actúan al centro de gravedad de cada nivel de la edificación. Por lo que se debe calcular el peso de la edificación para determinar la cortante en la base.

TABLA II  
PESO DE LA EDIFICACIÓN

Piso	Combinación de carga	Ubicación	P	Peso Nivel
			Tonf.	Tonf.
Techo 4	1.0CM+0.5CV	Bottom	268.511	268.511
Techo 3	1.0CM+0.5CV	Bottom	578.7277	310.216
Techo 2	1.0CM+0.5CV	Bottom	890.7774	312.049
Techo 1	1.0CM+0.5CV	Bottom	1200.994	310.216

TABLA III  
CORTANTE BASAL

Características	Dirección	Valor
Corte Basal	V x-x /V y-y	278.668162
Coefficiente Sísmico	V x-x /V y-y	0.23203125

### 4) Análisis dinámico

El método dinámico es más eficiente ya que incorpora información ignorada en el análisis Estático. Así mismo resuelve ecuaciones de movimiento para realizar el análisis sísmico de la estructura. Para realizar dicho cálculo se le asigna una carga en cada dirección, según el espectro de pseudo aceleraciones de diseño que se menciona en el artículo 29.2 Aceleración Espectral en la Norma E.030, a la estructura ya definida. Además, se debe agregar una excentricidad de 5% de la dimensión en la dirección perpendicular al análisis.

En cuanto a la fuerza cortante mínima, la norma E030, indica que para estructuras regulares la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no debe ser menor que el 80% del valor de la cortante basal obtenida mediante un análisis estático. Del modelamiento en el software ETABS, extraemos la cortante de cada nivel. En la siguiente tabla se hace la comparación entre la cortante obtenida por el análisis estático y la cortante obtenida por el análisis dinámico.

TABLA IV  
FACTOR DE ESCALA EN ANÁLISIS ESTÁTICO Y ANÁLISIS DINÁMICO

Periodo	Coefficiente Sísmico	Peso de Edificación	Cortante Estática	Cortante Dinámica	Factor Escala
Tx =	0.172	278.668	1200.9941	131.5414	1.695
Ty =	0.1	278.668	1200.9941	135.894	1.641

La cortante estática obtenida fue de 278.668 ton y la cortante dinámica de 131.5414 ton, la cortante dinámica al encontrarse por debajo del 80% permitido por la norma, se procedió a escalar este factor dio como resultado una cortante escalada de 222.93453 ton, con la finalidad de que cumpla los requisitos mínimos se procedió a ingresar el factor escalado en el software Etabs para el diseño de los elementos estructurales.

En lo que respecta a las derivas, de acuerdo con la Norma E.030 manifiesta que los desplazamientos, tanto por el método estático y dinámico, no deben exceder la fracción de entrepiso. El límite para la distorsión de entrepiso para edificaciones de concreto armado tiene como máximo a desplazar 0.007. En las siguientes imágenes (Figura II y III) se puede percibir que las derivas de los diferentes ejes tanto en dirección X y Y cumplen con la normativa E.030 del reglamento nacional de edificaciones. En relación al proyecto las derivas máximas para los distintos ejes son, para el eje X igual a 0.001434 y el eje Y igual a 0.04591



Fig. 2 Deriva en dirección X-X



Fig. 3 Deriva en dirección Y-Y

### 5) Diseño estructural

**Diseño de losa aligerada:** Para el diseño de las losas aligeradas se empleó el software ETABS, donde se realizó el modelamiento de la estructura y se seleccionó la más crítica. Los techos al no soportar cargas sísmicas considerables, se usó la combinación.

$$[4] \quad U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

Sin embargo se empleó el criterio de alternancia de cargas para el diseño de las losas aligeradas.

Se realizó el modelamiento en el software ETABS se obtuvo los siguiente diagramas.

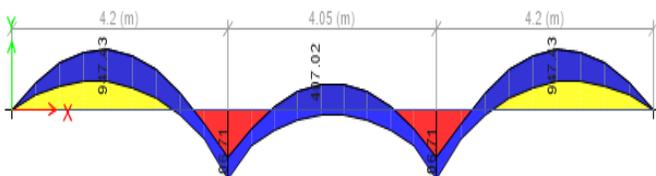


Fig. 4 Diagrama de momentos – Envolvente

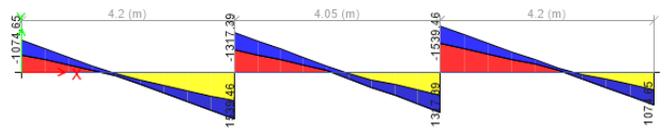


Fig. 5 Diagrama de cortante – Envolvente

Se realizó los dos diseños por flexión y corte concluimos que se utilizara 2 acero de 1/2" en la vigueta con un espesor de losa aligerada de 20 cm en todos los niveles de la estructura.

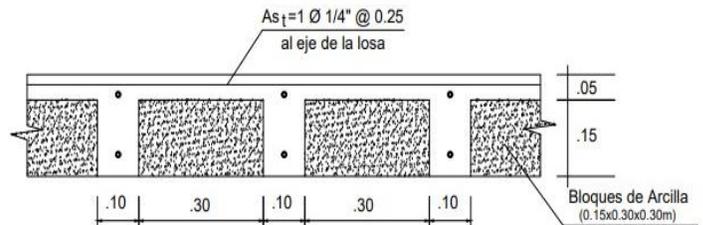


Fig. 6 Detalle de aligerado típico

### Diseño de vigas:

El diseño de las vigas, fueron por resistencia a la flexión y corte, se empleó distintas combinaciones de cargas amplificadas. Los momentos de la viga fueron obtenidos mediante el modelamiento de la estructura en el software Etabs.

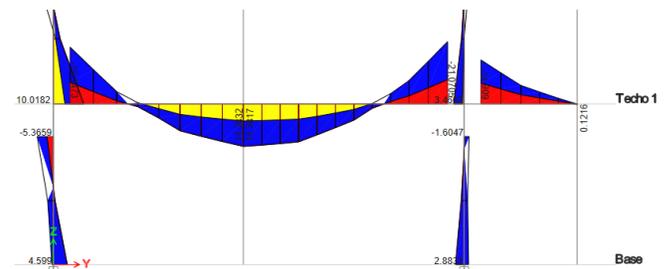


Fig. 7 Diagrama de momentos de la viga Principal del eje B-B

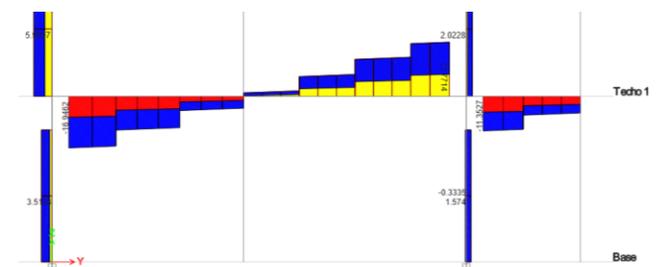


Fig.8 Diagrama de Cortante de la viga Principal del eje B-B

Se realizó los dos diseños, ya sea por flexión y corte en la viga. La sección de la viga Principal es de 30 x 65, la viga Secundaria es de 25 x 50 y la viga Chata es de 30 x 20.

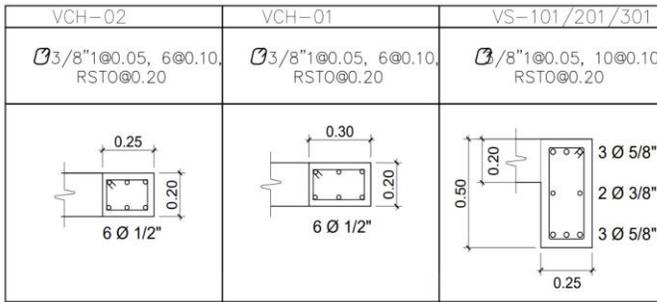


Fig. 9 Detalle de vigas típicas

*Diseño de columnas:* Se han seguido las diferentes combinaciones de carga indicadas en la Norma Técnica E-060 “Diseño en Concreto Armado”. A continuación, se muestran los diagramas de interacción obtenidos.

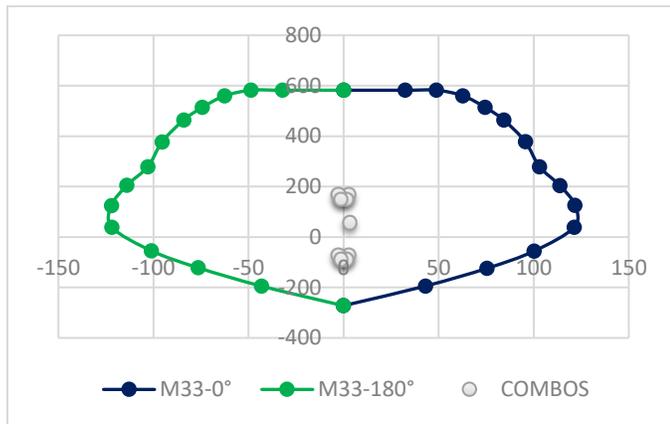


Fig. 10 Puntos ubicados en el diagrama de interacción en la dirección X-X

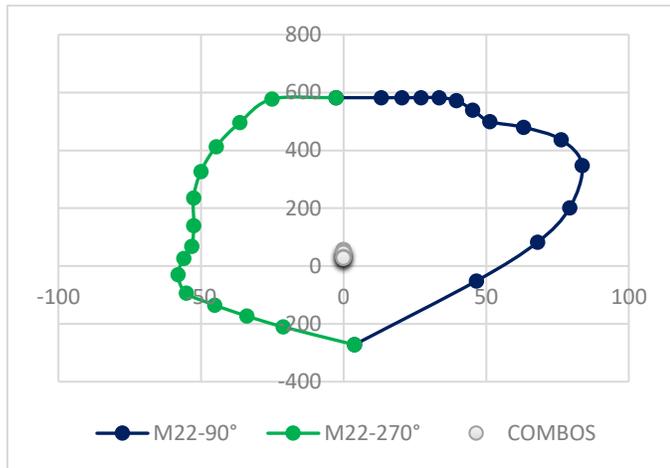


Fig. 11 Puntos ubicados en el diagrama de interacción en la dirección Y-Y

La columna en L de sección 70x30, la columna en T de sección 1.20x65 y la columna en I de sección 100x30. Se muestra a continuación el detalle de las columnas.

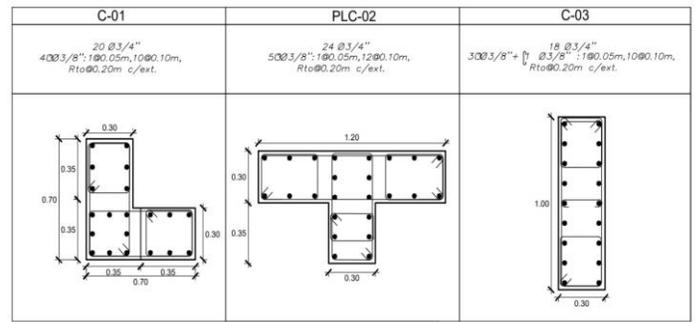


Fig. 12 Detalle de columnas típicas

*Diseño de placas:* Para el diseño de las placas se empleó el software ETABS, donde se realizó el modelamiento de la estructura y se seleccionó la más crítica. Se han seguido las diferentes combinaciones de carga indicadas en la Norma Técnica E-060 “Diseño en Concreto Armado”.

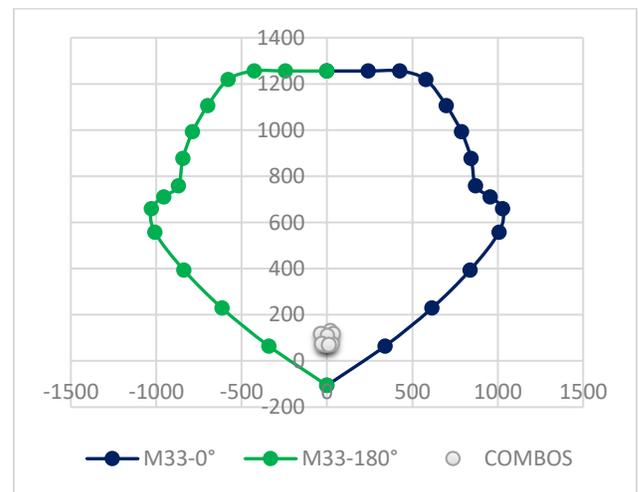


Fig. 13 Puntos ubicados en el diagrama de interacción en la dirección X-X

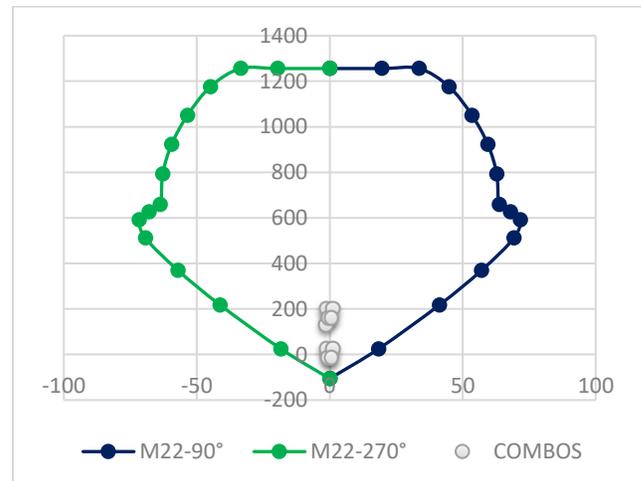


Fig. 14. Puntos ubicados en el diagrama de interacción en la dirección Y-Y

La placa está distribuida con acero longitudinal de  $\frac{1}{2}''$  @0.20m y acero transversal de  $\frac{1}{2}''$  @0.20m, además de ganchos de separación

*Diseño de cimentaciones:* Cabe precisar que para el diseño de este proyecto se tomará en cuenta las zapatas conectadas, puesto que estas absorberán los momentos y su vez serán capaz de resistirlo, tomando como referencia las propiedades del terreno.

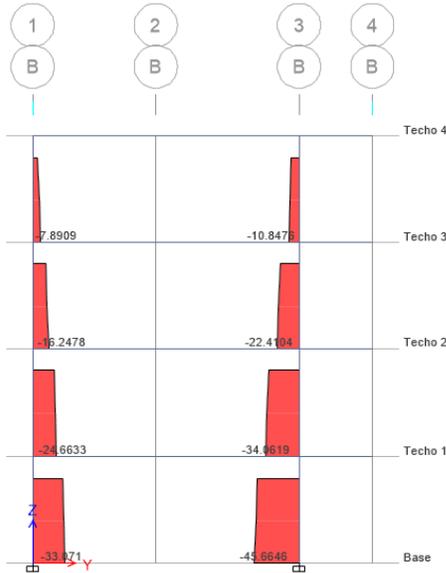


Fig. 15 Diagrama de fuerzas axiales – CM

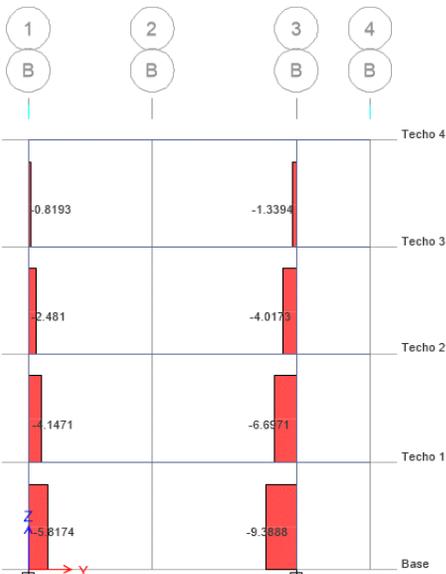


Figura 16 Diagrama de fuerzas axiales – CV

La cimentación utilizada es una zapata combina las cuales contiene acero en dos capas, en la parte superior tiene acero de  $\frac{3}{4}''$  @ 0.20m y transversal acero de  $\frac{3}{4}''$  @0.19m de la misma forma en la parte inferior.

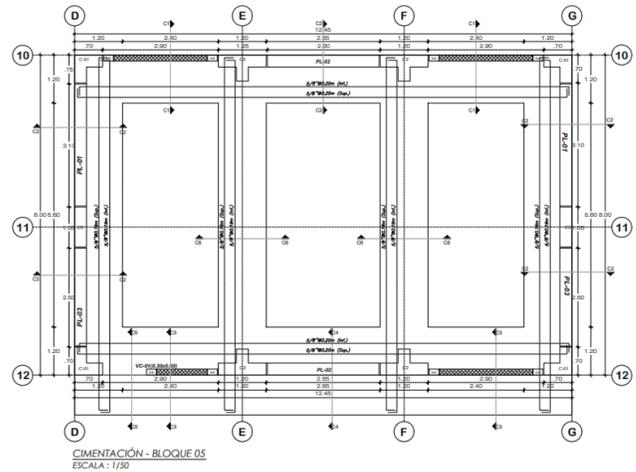


Fig. 17 Cimentación bloque 05

*Diseño de la piscina semiolímpica:*

Para diseñar el muro de contención de la piscina semiolímpica, se diseñó con las condiciones más desfavorables, puesto que existen dos casos: 1° caso, la piscina está completamente vacía, esto ocasiona que el terreno ejerce empuje sobre las paredes del muro; 2° caso la piscina está completamente llena, esto ocasiona que el terreno no ejerce empuje. Para diseñar la pantalla de la piscina tomaremos la profundidad más crítica, altura de 1.80m. Según, la normativa de diseño sísmico de estructuras contenedoras de Líquidos (ACI 350.3-01) y a criterio de los autores se optó por un espesor de 30 cm, además se considera un recubrimiento de 7 cm. Para el diseño de la pantalla, de la punta y del talón es necesario verificar la estabilidad al volteo y deslizamiento. Del estudio de mecánica de suelos se obtendrán los valores que servirán para el diseño de la cimentación, la capacidad admisible del suelo es de 10.8 tn/m<sup>2</sup>. Se realizó la verificación por hundimiento, se obtuvo valores de 3.059 tn/m<sup>2</sup> y de 3.913 tn/m<sup>2</sup>, los cuales de acuerdo a la norma deben ser menores a la capacidad admisible, está dentro de los límites permisibles. A continuación, se muestra el esquema final considerado.

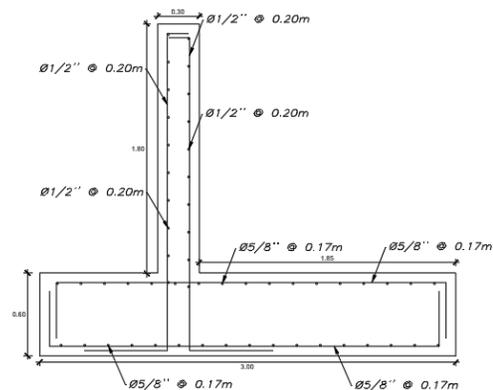


Fig. 18 Distribución del acero de muro de contención

En la pantalla de la piscina semiolímpica contiene acero en dos capas distribuidos de la siguiente manera: acero

longitudinal de ½” a 0.20m y acero transversal de ½” cada 0.20m, además en la zapata de contiene un peralte de 80 cm distribuidos en acero de 5/8” separados cada 17 cm. Asimismo una losa de 20 cm con acero en dos capas de ½” separados 0.20 cm.

Por otro lado, García y Acevedo [6] diseñan una piscina para resistir 1.2 kg/cm<sup>2</sup> en un suelo arcilloso, en cambio la piscina semiolímpica que proponemos es diseñado para resistir 1.08 kg/cm<sup>2</sup> en un suelo de arena con aglomerante arcilloso (SC) las cuales si deseamos que su capacidad portante del suelo aumente debemos hacer un mejoramiento del terreno. En su proyecto realizado, Díaz [7] determinó un espesor de losa de fondo de 20 cm en un suelo de arena mal graduada, en nuestro proyecto en base a los cálculos y a la normativa se diseñó una losa de 20 cm.

En cuanto a la muestra está conformado por el área que será usada para las aulas pedagógicas y área recreativa, de 1950 m<sup>2</sup> el área destinada.

## V. CONCLUSIONES

La institución educativa presenta un estudio de mecánica de suelo en la clasificación SUCS de tipo (SC) arena con aglomerante arcilloso y con una capacidad portante 1.08 kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto al planteamiento de la edificación, para las aulas se consideró un índice ocupacional de 2 m<sup>2</sup>, por lo tanto, cada aula tiene un área de 60.0 m<sup>2</sup>, los baños de 26.83 m<sup>2</sup>, biblioteca 91.24 m<sup>2</sup>, sala multiusos 91.24 m<sup>2</sup>, comedor 91.24 m<sup>2</sup>, taller de arte 91.24 m<sup>2</sup> y la piscina semiolímpica con medidas de 12.5x25.0m y una profundidad de 1.80m, todo ellos en cumplimiento obligatorio de los criterios de diseño para locales educativos de primaria y secundaria (MINEDU) y con la Norma A040.

En cuanto al análisis y diseño estructural, se procedió a realizar el análisis sísmico, obteniéndose derivas máximas de 0.001434 en el eje X y 0.004591 en el eje Y lo cual se cumple con lo establecido en la norma E.030. De igual forma, se realizó el diseño de los elementos estructurales emplea los programas Etabs y Excel, dando el área de acero en vigas, columnas, losas, y placas, se consideraron columnas de secciones T y L; placa de espesor de 30 cm; vigas de sección peraltada, viga principal de 0.30 x 0.65 m y vigas de secundarias de 0.25 x 0.50; vigas chatas 0.30x0.20m; con losa aligerada con peralte de 20 cm, estas son adecuadas para contrarrestar momentos y cortantes que se producen en la estructura lo cual está dentro de la cuantía máxima y mínima. Al emplear muros estructurales, se trabajará con una zapata combinada de 1.20 m de ancho y un peralte 0.70m. La estructura de la piscina semiolímpica se empleó la normativa ACI 350, se determinó un espesor de pantalla de 30 cm además de una zapata de peralte de 0.60cm. Se tomó en consideración las medidas establecidas la normativa peruana para el dimensionamiento de la piscina, esta de 25 m de largo y de 12.5m de ancho.

Se recomienda el uso de muros de corte en ambas direcciones, con la finalidad de tener un mejor control de

derivadas. Los muros de corte son de espesor reducido y tiene una mejor adaptación al plano arquitectónico.

Ahora al volver a las actividades presenciales después de las inclemencias de la pandemia que hemos vivido, es necesario que todas las instituciones educativas privadas y públicas sean evaluadas estructuralmente para verificar si cumplen los parámetros de funcionalidad y seguridad, y así, establecer las reparaciones o reforzamientos necesarias, con el único objetivo de velar por la vida de los niños y jóvenes.

## REFERENCIAS

- [1] Ramírez, F. M. J., Vásquez, M. A. C., & Abanto, S. E. S. Seismic vulnerability and structural reinforcement of public educational institutions in a peruvian province with seismic risk. Paper presented at the Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, , 2022-July doi:10.18687/LACCEI2022.1.1.493 Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com), 2022.
- [2] L. Alvarado, S. Pineda y J. Ventura, «Diseño de elementos estructurales en edificios de concreto armado,» 2004.
- [3] E. Cabrera, «Diseño estructural en concreto armado de un edificio de nueve pisos en la ciudad de Piura,» 2003.
- [4] J. Lozada, «Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria,» CIENCIAMÉRICA, 2014.
- [5] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, Metodología de la Investigación, Ciudad de México, 2014.
- [6] J. García y T. Acevedo, «Propuesta de diseño de piscina semi olímpica en BICU recinto Bluefields,» 2019.
- [7] J. Díaz, «Diseño estructural del área recreativa y de trabajo del Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla – Huanchaco – Trujillo - La Libertad,» 2018.