



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrea de Ingeniería Civil

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN COLEGIO NIVEL  
SECUNDARIO DE ESTRUCTURA METÁLICA  
TRUJILLO 2018: REVISION DE LITERATURA  
CIENTIFICA

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Civil**

Autor:

Alexhander Anthony Quipuscoa Cabrera

Asesor:

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García

Trujillo – Perú

2018

## DEDICATORIA

Lleno de regocijo dedico este proyecto, a mis seres queridos quienes fueron mis pilares para poder seguir adelante. Que sin ellos no hubiera logrado estar en esta fase de mi vida como profesional.

A mi Mamá, por el apoyo moral y el entusiasmo que me brindaste para seguir adelante y no rendirme con mis propósitos.

A mi Papá, por tus consejos por mostrarme que si uno lucha por lo que desea puede cumplir sus sueños.

A mi maestro, por el tiempo que me brindo para poder brindarme sus conocimientos, sin su instrucción profesional no habría podido llegar a completar esta meta.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme iluminado y permitirme seguir adelante, con sabiduría,  
paciencia y hacer realidad una mis metas.

A cada una de las personas que me apoyaron con un granito de arena con este proyecto para  
que se haga realidad, muchas gracias por su incondicional apoyo y ayuda.

Un agradecimiento especial al Ing. Mg. Gonzalo Hugo Díaz Gracia por ser parte  
fundamental en la culminación de este proyecto, por haberme brindado sus conocimientos.

Gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	2
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	3
<b>INTRODUCCION</b> .....	5
<b>METODOLOGIA</b> .....	10
<b>RESULTADOS</b> .....	12
<b>CONCLUSIONES</b> .....	15
<b>REFERENCIAS</b> .....	16

## INTRODUCCION

Bien es sabido que la edificación esta denominada por el hormigón armado mientras que el acero se utiliza básicamente en el sector industrial y cada vez más a menudo en edificios de uso público.

Las estructuras metálicas se emplean en diferentes países por que ofrece infinitas posibilidades, diferentes aplicaciones y sus excelentes características constructivas hacen que arquitectos, ingenieros e inversores recurran a él con entusiasmo. Principalmente las características que lo han llevado a este éxito como material de uso en la construcción son su alta resistencia, su uniformidad, elasticidad, durabilidad, ductibilidad, tenacidad y su rápido proceso constructivo.

El diseño en acero requiere de una mayor precisión y de mucho más detalle que en el diseño del concreto la poca experiencia en construcción con estructuras metálicas hace que el acero quede destinado para el diseño de galpones, naves industriales o centros comerciales.

A comienzos del año escolar en Perú en el año 2018 defensa civil realizó inspecciones a los centros de estudios en la ciudad de Trujillo, existen más de 40 escuelas públicas y privadas que presentan problemas muy graves en sus estructuras, también en la parte eléctrica y seguridad.

En el Perú el boom de la construcción ha dado pase a las inversiones financieras internas y externas. Debido a este crecimiento en el mercado inmobiliario y a que la industria de la construcción tiene más tecnología, se presenta el acero estructural como alternativa eficiente y rápida para la construcción de colegios, viviendas y edificios multifamiliares.

En el siguiente proyecto se propondrá el diseño de un colegio siguiendo las normas de estructuras metálicas peruana E-090 y la norma inglesa “Diseño sismo-resistente de construcciones de acero AISC 341”.

El objetivo de esta tesis es dar una introducción al diseño estructural de una obra utilizando estructuras metálicas y proponer que estas sean utilizadas para sectores más urbanos como colegios, edificios multifamiliares, etc. Tomaremos en cuenta diseños que sean sismoresistentes para brindar seguridad a las personas que se encuentren dentro de estas.

Se busca impulsar el uso de estructuras metálicas para la construcción de edificaciones, la cual se tomará un proyecto en específico, pero se pretende seguir las normas vigentes para el diseño del mismo, para que pueda ser usado como marco de referencia para otros proyectos a futuro.

Singaucho, Laureandeu, Viracucha, & Ruiz en el 2016 presentaron una propuesta que se centra en la creciente inquietud de la población, en saber con certeza cómo se comportará la infraestructura donde reside y como aspecto de igual importancia en las edificaciones donde desarrolla sus actividades laborales educativas. Partiendo de esta premisa tenemos también las enseñanzas que nos han dejado los dos últimos movimientos sísmicos en América como lo son: 16 de abril de 2016, Pedernales (Ecuador) con una intensidad de 7.8 en la escala de Richter, a una profundidad de 20 km; dejando un saldo de 673 fallecidos y daños catastróficos en estructuras de Manabí, Esmeraldas y Guayaquil. El 19 de septiembre de 2017, Ciudad de México (México) con una intensidad de 7.1 grados en la escala Richter, más de 300 fallecidos; con un daño de cerca de mil viviendas completamente destruidas y unas 7000 estructuras con daños parciales. Podemos rescatar de estos eventos lo siguiente: No hay manera de predecir movimientos tectónicos. Las estructuras ecuatorianas se vieron evidentemente más afectadas. Las edificaciones educativas fueron gravemente afectadas, pero debido al horario del evento no se presentó el fallecimiento de estudiantes dentro de las instituciones educativas básicas. No estamos preparados para sismos de altas magnitudes. (Álvaro Ulloa-Jaramillo, 2017)

El diseño sísmo-resistente tiene como premisa “salvaguardar la vida humana durante la ocurrencia de un terremoto destructivo”. El objetivo del diseño sísmo-resistente es el de analizar, diseñar y detallar las estructuras de manera que su comportamiento durante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud permita que las mismas, incurran en el campo inelástico con un adecuado desempeño, para cumplir con el diseño sísmo-resistente. Es por ello, que tiene suma importancia efectuar un excelente detallamiento de las armaduras para asegurar que la estructura se deforme adecuadamente, disipando energía en los elementos que se diseñan para tal fin. Mediante este diseño estructural se busca elevar el nivel de protección de dichas estructuras y propender a que las mismas puedan mantenerse operacionales aún después de la ocurrencia del sismo de diseño (DUQUE QUIÑÓNEZ IORDAN RAÍ, 2017).

En el diseño sísmo resistente clásico se persigue como principales objetivos que las estructuras no colapsen y que los daños que se lleguen a producir no causen heridos graves ni fallecidos. Sin embargo, las lecciones aprendidas durante terremotos recientes indican que estos objetivos de diseño son insuficientes para satisfacer las expectativas reales de propietarios y usuarios de dichos edificios. En el caso particular de las estructuras metálicas no escapa de esta realidad. Como se sabe, las estructuras metálicas son ampliamente usadas a nivel mundial para la construcción de edificios emplazados en zonas de alta amenaza sísmica. La tipología más usual que se construye con estructura metálica es de pórticos dúctiles, caracterizados por su adecuada capacidad para disipar energía y su alta flexibilidad. El buen desempeño de estas estructuras, también conocidas como estructuras de pórticos

especiales resistentes a momentos, ante terremotos fuertes, depende en gran medida del adecuado comportamiento de sus conexiones, ya que se ha demostrado que el fallo catastrófico que han experimentado algunas de estas estructuras, se ha debido en gran medida al fallo localizado especialmente en las juntas viga-columna. Luego del terremoto de Northridge del año de 1995, se puso en evidencia que las conexiones empleadas en los pórticos especiales resistentes a momento no eran las adecuadas para soportar terremotos fuertes, ya que presentaron fallas frágiles en los puntos de unión entre las alas de las vigas y de las columnas. A partir de ese momento, se comenzó con una iniciativa que involucró tanto a investigadores como a ingenieros en la práctica profesional, que tuvo como metas determinar las causas del inadecuado comportamiento de las juntas y, por otro lado, proponer nuevas conexiones para ser consideradas en el diseño. En dicha iniciativa participaron la Asociación de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC), el Consejo de Tecnología Aplicada (ATC) y las Universidades californianas para Investigación en Ingeniería Sísmica (CUREe). Los resultados de dicha investigación fueron recogidos en un documento titulado “Criterios recomendados para el diseño sísmico de nuevos edificios con pórticos resistentes a momento”, también conocido como FEMA 350 (2000), dado que fue precisamente la Agencia Federal para Manejo de Emergencias la encargada de brindar el apoyo financiero a dicha iniciativa. En este documento hay un capítulo dedicado exclusivamente al diseño de conexiones y dentro de este se presenta una sección que contiene las recomendaciones específicas para conexiones precalificadas, (Roberto Aguiar, 2017).

La eficiencia de un modelo en los programas especializados de análisis depende de la eficacia con la que reproduce y evalúa la respuesta física de la estructura en condiciones reales. En el caso de sistemas con pocas redundantes, la evaluación correcta de las capacidades de los elementos es fundamental, debido a que la formación de la primera incursión inelástica influye en la predicción del mecanismo de colapso y las capacidades de toda la estructura. Específicamente, la respuesta inelástica de edificios estructurados con marcos de acero contraventeados ante excitaciones laterales es altamente dependiente de las capacidades y de la respuesta inelástica de los contravientos, (Tapia Hernández, García Carrera, & Del Rincón De la Macorra, 2016).

En las edificaciones aporricadas de acero es muy común el uso de rigidizadores laterales, sean de tipo X (cruces de San Andres) o diagonales concéntricas (V Invertidas) como elementos estructurales para proporcionar una rigidez adicional para la reducción de desplazamientos laterales, Longo, pero se continúan realizando estudios y ensayos sobre estos sistemas de rigidez lateral para conocer su uso más eficiente. En la búsqueda de una configuración adecuada, el calculista tiene la opción de recurrir a métodos o modelos matemáticos capaces de reproducir el comportamiento de una estructura ante un sismo, lo cual es particularmente importante cuando las estructuras son sometidas a sollicitaciones que generan comportamientos en el rango no lineal, tal como lo plantean, entre otros, Song. Por otra parte, para describir en forma adecuada el comportamiento del sistema estructural a lo largo de todo el rango de deformaciones, es necesario adoptar una idealización estructural que incluya el comportamiento no lineal a nivel constitutivo y geométrico, que varíen con el nivel de deformación alcanzado, Dolsek, por lo que la incorporación de registros de acelero

gramas compatibles con los espectros de respuesta de la norma sismo-resistente y basados en eventos sísmicos previamente registrados, permite conocer los desplazamientos últimos asociados al colapso, proporcionando así parámetros que permiten evaluar el proyecto de la estructura analizada y llegar a proponer mejoras en el diseño sismo-resistente. (Ugel, Indira, Sigrit, & Leonardo, 2015).

Las vigas armadas metálicas representan una de las tipologías estructurales más utilizadas a nivel mundial en la construcción de puentes continuos ferroviarios y de carretera de luces pequeñas y medianas. El diseño y construcción de vigas armadas en taller especializado que luego se dispone en obra según contrastadas tecnologías de la construcción representan una alternativa conocida, estándar y controlada para la construcción de puentes cuando existen condicionantes económicos y de tiempo. Adicionalmente, el acero estructural representa una alternativa sostenible con una gran capacidad para su reciclaje. Para realizar un proyecto adecuado de vigas armadas se requiere de un cálculo exhaustivo de los Estados Límite Últimos a los cuales se verá sometida la estructura. Se deben realizar distintas verificaciones asociadas a la resistencia y a la inestabilidad de los elementos. Para los Estados Límite de Servicio, se debe limitar la deformabilidad de los elementos y su posible vibración. Asimismo, en el proyecto se debe estudiar el estado de cargas representativo durante su vida útil, que permite establecer criterios sobre los Estados Límite de Fatiga. Finalmente, en el proyecto se deben garantizar condiciones de durabilidad y planes de mantenimiento que minimicen el efecto de la corrosión a largo plazo. Las vigas armadas híbridas representan una alternativa de eficiencia estructural a las vigas armadas homogéneas. Si se cuenta con un diseño de viga homogénea que cumple los requisitos de resistencia y rigidez del proyecto, se puede optimizar la sección transversal de la misma aumentando el límite elástico de las alas (actualmente el costo por unidad de resistencia del acero tiende a estabilizarse en los mercados internacionales) y disminuyendo el espesor de las mismas. Dicha variación tiene las consecuencias evidentes de reducción de peso por unidad de longitud de la sección transversal sin que ello disminuya el canto de la pieza (variable determinante en el cálculo). Sin embargo, una reducción de espesor de las alas puede representar una considerable reducción de las capacidades de la sección a otros fenómenos, notablemente a los de inestabilidad. En los últimos años se ha valorado dicha reducción en numerosos estudios estableciendo conclusiones objetivas que permiten al proyectista e investigador conocer dichas fluctuaciones. En algunos países (Estados Unidos o Suecia) todos los diseños de vigas armadas que se realizan actualmente se hacen exclusivamente con configuraciones híbridas por la eficiencia estructural que proporcionan. (Chacón Flores, 2014)

En el año 2001 se organizó el Congreso Mundial del INTERCOM en el campus de la Universidad de Piura. El comité organizador, viendo que era necesario un ambiente con capacidad hasta de 1000 personas, estudió varias alternativas y decidió plantear el diseño de una estructura metálica, la cual serviría también para futuros eventos. Se presentó un diseño estructural y la evaluación económica de un auditorio. Teniendo en cuenta las características arquitectónicas se optó por emplear un sistema reticular en acero el cual se diseñó por carga muerta, viva y de viento. Asimismo, se efectuaron análisis complementarios de sismo y temperatura para estudiar su efecto. Luego de realizar los análisis correspondientes se llega

a la conclusión que el efecto del sismo en comparación al viento es despreciable. Sin embargo, es importante que se realice para descartar la posibilidad de problemas dinámicos por vibración y resonancia. (Vigo F. J., 2003)

## METODOLOGIA

Este estudio sigue un diseño de investigación no experimental, debido a que solo busca dar a conocer que las estructuras metálicas también pueden ser usadas para el diseño de edificaciones de colegios que brinden la seguridad que se busca en cualquier proyecto edificativo. Es transversal, debido a que los datos se obtienen en un mismo momento y en único tiempo. Es descriptivo simple, ya que recoge información respecto a una variable (Sistema constructivo) y a una población (Trujillo).

Para este estudio se hizo uso de una revisión sistemática de literatura. Por tanto, la siguiente investigación pretende obtener información haciendo uso de una base de datos referida a el diseño estructural con estructuras metálicas, así como el impacto que generan los sismos respecto a estas.

Este estudio se inicia en base a una adecuada selección de datos, establecimiento de criterios y descarte de textos para lograr una reducción de los documentos a estudiar. Para la búsqueda de los textos se utilizaron buscadores como Redalyc, Google Academico y Google. Se tomaron artículos publicados en el 2003 y 2017.

En la búsqueda de artículos, revistas en las bases de datos indicadas anteriormente, los resultados que se nos proporcionó esta base de datos indica que para seguir el diseño de estructuras metálicas hay que tener en cuenta los movimientos sísmicos para el estudio de esta; así mismo también se tomara en cuenta los perfiles de los aceros tanto en columnas como en vigas.

	TÍTULO DEL ARTÍCULO	AÑO	TIPO DE DOCUMENTO	UNIVERSIDAD	PAÍS	LINK
1	Diseño estructural de un auditorio de estructuras metálicas	2003	Artículo	Universidad de Piura	PERÚ	<a href="https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1361/ICI_101.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1361/ICI_101.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
2	Vigas armadas híbridas de acero. Estado del conocimiento	2014	Artículo de revista	Universidad de los Andes	España	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550625005">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550625005</a>
3	Estudio comparativo de la respuesta sismo-resistente de edificios de acero de gran altura con dos tipos de rigidizadores laterales	2015	Artículo de revista	Universidad de Carabobo Carabobo	Venezuela	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70745268002">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70745268002</a>
4	Estudio paramétrico del modelado	2016	Artículo de revista		MEXICO	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61846697002">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61846697002</a>

	inelástico de contravientos de acero					
5	Prototipo estructural metálico sismo-resistente como propuesta para zona de reunión segura en edificación educativa	2017	Artículo de revista			<a href="http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/331/273">http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/331/273</a>
6	Evaluación de la construcción de la estructura metálica del edificio de la facultad de ciencias administrativas de la universidad de Guayaquil, bloque a, ala norte	2017	Artículo de revista	Universidad de Guayaquil	ECUADOR	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29070/1/TESIS%20IORDAN%20DUQUE%20-%20DUSSAN%20JUEZ.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29070/1/TESIS%20IORDAN%20DUQUE%20-%20DUSSAN%20JUEZ.pdf</a>
7	Diseño y análisis de vigas de acero con sección tipo “i”	2017	Revista	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	ECUADOR	<a href="https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/536/449">https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/536/449</a>

## RESULTADOS

En el artículo denominado “ESTUDIO PARAMÉTRICO DEL MODELADO INELÁSTICO DE CONTRAVIENTOS DE ACERO”, presentado por la sociedad mexicana de ingeniería sísmica por Tapia Hernández, García Carrera y Del Rincón De la Macorra Alejandro cuyo objetivo es la evaluación de aproximaciones óptimas del modelado de contravientos de acero mediante la influencia de la discretización transversal, el número de subelementos, imperfecciones geométricas en el centro del claro, modelado de la placa de conexión, puntos de integración, fatiga y endurecimiento por deformación del material. Se tomó en cuenta el uso de un programa para obtener datos no lineales en base a la compresión que se le genero para determinar las propiedades estáticas no lineales, en cuanto a la fuerza de contraviento se generó un marco dinámico para determinar su capacidad. Se concluye que en base a los resultados de un estudio estadístico de certificados de calidad de laboratorio de varios tipos de acero se propuso un factor que estima la sobrerresistencia del material que varía entre 1.01 hasta 1.33, que es función del tipo de acero y el perfil estructural. (Tapia Hernández, García Carrera, & Del Rincón De la Macorra, 2016).

En el artículo denominado “VIGAS ARMADAS HÍBRIDAS DE ACERO. ESTADO DEL CONOCIMIENTO”. Una viga armada se considera híbrida cuando se utilizan diferentes límites elásticos de acero en las chapas de alas y alma que la conforman. Un diseño estructural de una viga armada híbrida puede resultar más eficiente que el de una viga homogénea, tanto desde un punto de vista resistente como desde un punto de vista económico y sostenible. Para una capacidad a flexión dada, se utilizarán chapas de acero de viga armada de menor espesor que su equivalente de viga homogénea. Las vigas armadas híbridas han sido estudiadas a nivel teórico, experimental y numérico bajo solicitaciones de flexión, de inestabilidad por cortante, de interacción flexión-cortante, de cargas concentradas y de fatiga. Los estudios realizados han demostrado que dicho diseño puede ser especialmente atractivo en la construcción de puentes metálicos de tipo bijnámenmixtos. (Chacón Flores, 2014).

En el artículo DENOMINADO “ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESPUESTA SISMO-RESISTENTE DE EDIFICIOS DE ACERO DE GRAN ALTURA CON DOS TIPOS DE RIGIDIZADORES LATERALES” se señala que en este estudio se determina la respuesta sismo-resistente de dos modelos estructurales de acero de gran altura con diferentes sistemas de arriostramiento lateral proyectados según la norma venezolana. El Modelo VI utiliza rigidizadores tipo V invertida y el Modelo SA utiliza diagonales concéntricas en forma de X (cruces de San Andrés). Se manejó la acción sísmica en términos de espectros de respuesta y se evalúan los edificios en términos de demanda-capacidad. En la acción sísmica se usan acelero gramas híbridas compatibles con el espectro de diseño característico del emplazamiento. En la evaluación del daño se incluye el enfoque probabilista y se aplican los criterios del Análisis Dinámico Incremental y el Modelo Paramétrico de Capacidad. Algunos pórticos no arriostrados muestran altas probabilidades de daño severo o colapso, sufriendo

deformaciones laterales y degradaciones de rigidez significativas más allá delimites normativos, evidenciando que los desplazamientos relativos y la rigidez son indicadores fundamentales del daño. Se utilizó el Análisis Pushover Adaptativo para determinar ductilidad, reserva de resistencia y desplazamientos máximos. El Modelo VI presenta en general una mejor respuesta que el Modelo SA, pero en ambas configuraciones los marcos no arriostrados muestran mucho mayores daños ante acciones dinámicas, (Ugel, Indira, Sigrit, & Leonardo, 2015).

En la tesis escrita por Félix Javier Correa Vigo titulada “DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN AUDITORIO DE ESTRUCTURA METÁLICA”, la tesis plantea el proyecto estructural de un auditorio techado para 1000 personas de capacidad, ubicado en el campus de la UDEP y se ha dividido en ocho partes. La primera es un capítulo donde se describe la configuración arquitectónica de la estructura. La segunda parte presenta la metodología de diseño estructural a utilizarse. Una tercera muestra el pre dimensionamiento de las diferentes partes de la estructura. La cuarta presenta los diferentes tipos de cargas que actuarán sobre el auditorio. La quinta parte habla sobre la modelación de la estructura en el computador mediante el programa sap2000. La sexta trata sobre el diseño de cada una de las partes del auditorio y de la cimentación. En la séptima se muestra un presupuesto referencial de todo el proyecto. En la octava parte se concluye que para estructuras livianas como esta, el viento cobra mucha mayor importancia que el sismo y que los resultados de diseño proporcionados por el software sap2000 guardan relación con los obtenidos manualmente. Además, en caso se construyera la estructura se sugiere contar con un plan de mantenimiento y de contingencia contra incendios, pues son las dos mayores desventajas para las estructuras de acero. (Vigo, 2003)

En la tesis “PROTOTIPO ESTRUCTURAL METÁLICO SISMO-RESISTENTE COMO PROPUESTA PARA ZONA DE REUNIÓN SEGURA EN EDIFICACIÓN EDUCATIVA” indica que la edificación al estar situada en el cinturón de fuego del pacífico, cercano al encuentro de dos placas tectónicas, es más propensa a tener movimientos telúricos que vulneren el bienestar de las personas y a partir de los aprendizajes propios y ajenos en los eventos sísmicos catastróficos, hemos tenido un claro ejemplo de la necesidad de inculcar una cultura de prevención sísmica en las instituciones educativas. Sin embargo, las medidas durante un sismo se sujetan al supuesto que la estructura no colapsará.

En su mayoría las instituciones educativas cuentan con una edificación que sobrepasan la antigüedad de los 10 años, suponemos la no evaluación con la norma ecuatoriana del 2008; la cual ya contaba con especificaciones sísmo resistentes, suponer el colapso de una estructura educativa no es un tema sencillo, sin embargo es necesario una evaluación de estructuras que superan la planta baja; así los autores plantean y diseñan un prototipo estructural metálico con la normativa vigente y asegurando el comportamiento óptimo con los datos de aceleración del sismo del 16 de abril del 2016 en Pedernales (Ecuador), lo suficiente como para asegurar que esta estructura será una zona segura para cada planta alta de la institución educativa. (Álvaro Ulloa-Jaramillo, 2017).

En el artículo denominado “EVALUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, BLOQUE A, ALA NORTE” realiza el análisis y diseño estructural correspondiente a la estructura metálica del edificio del bloque A ala norte de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad de Guayaquil, ubicada en la ciudadela universitaria “Salvador Allende” Av. Delta y Av. Kennedy, la cual está constituida por planta baja, planta alta y cubierta la cual cuenta con un área aproximada de construcción de 2054.94 m<sup>2</sup>. Los diseños y estudios de suelos determinaron construir la edificación con estructura metálica debido a que ésta ayuda a tener un mejor comportamiento durante la presencia de un sismo por su capacidad de absorber y disipar la energía. Mediante el diseño estructural se busca elevar el nivel de protección de dichas estructuras y asegurar que las mismas puedan mantenerse operacionales aún después de la ocurrencia del sismo de diseño. Se realizó el diseño estructural metálico y su resistencia sísmica, mediante el programa ETABS, evaluando los resultados para así salvaguardar la seguridad de los usuarios, efectuando un análisis detallado de las armaduras, de esta manera se comprobó mediante el modelo estructural que la estructura presentará deformaciones inelásticas controlables, brindando seguridad al usuario. (DUQUE QUIÑÓNEZ IORDAN RAÍ, 2017)

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que las vigas armadas híbridas han sido estudiadas a nivel teórico, experimental y numérico bajo solicitaciones de flexión, de inestabilidad por cortante, de interacción flexión-cortante, de cargas concentradas y de fatiga. Los estudios realizados han demostrado que dicho diseño puede ser especialmente atractivo en la construcción de puentes metálicos buscando así incluir el mismo método para el desarrollo de la ejecución de una edificación tomando en cuenta la implementación de rigidizadores laterales para la resistencia del mismo ante sismos que pudieran afectar la armadura metálica.

Así mismo se concluye que el modelado inelástico de contravientos de acero en base a los resultados de un estudio estadístico de certificados de calidad de laboratorio de varios tipos de acero se propuso un factor que estima la sobre-resistencia del material que varía entre 1.01 hasta 1.33, que es función del tipo de acero y el perfil estructural para el proyecto que se ha de realizar.

Se concluye también que el uso de programas como ETAPS y SAP 2000 son de gran ayuda en el proceso de diseño y modelado de estructura de una edificación, evaluando los resultados sísmicos para así salvaguardar la seguridad de los usuarios, efectuando un análisis detallado de las armaduras.

## REFERENCIAS

- Álvaro Ulloa-Jaramillo, N. F.-O.-Z.-F. (2017). Obtenido de <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/331/273>
- Chacón Flores, R. (2014). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550625005>
- DUQUE QUIÑÓNEZ IORDAN RAÍ, J. R. (2017). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29070/1/TESIS%20IORDAN%20DUQUE%20-%20DUSSAN%20JUEZ.pdf>
- Roberto Aguiar, J. C. (2017). Obtenido de <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/536/449>
- Tapia Hernández, E., García Carrera, J. S., & Del Rincón De la Macorra. (2016). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61846697002>
- Ugel, R. D., Indira, H. R., Sigrit, P., & Leonardo, L. (2015). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70745268002>
- Vigo, F. J. (2003). Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1361/ICI\\_101.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1361/ICI_101.pdf?sequence=1&isAllowed=y)