

## **Análisis comparativo entre los diseños de un edificio de 4 niveles, utilizando tres diferentes sistemas estructurales**

Comparative analysis among the designs of a 4-level building, using  
three different structural systems

Nilver Alfredo Chacaltana Viera<sup>1</sup>

### **RESUMEN:**

La presente investigación es con la finalidad de proponer un diseño adecuado a las necesidades del Palacio Municipal del Distrito de Huaso – Provincia de Julcán Región La Libertad, realizando tres diseños como alternativas de solución a la necesidad de diseñar y construir un nuevo palacio municipal; porque actualmente este no cuenta con uno en su propio distrito. Las alternativas de solución fueron: diseño aporticado de concreto armado, diseño aporticado de acero laminado (metálico), diseño aporticado mixto (acero y concreto); se discrimino la mejor alternativa teniendo en cuenta las siguientes variables: el comportamiento estructural, costo directo y tiempo de construcción. Por su puesto, el único fin no es simplemente hacer un diseño para el distrito de Huaso, también es dar a conocer los puntos fuertes del diseño mixto y en acero debido a que no son muy comunes en nuestra Región La Libertad. Al desarrollar los tres diseños se estableció un sistema de pesos relativos para determinar la mejor alternativa de diseño utilizando el criterio del autor, en el que se evidencio las ventajas del diseño mixto sobre los otros dos diseños, manteniendo un balance entre las variables comparables. Sin embargo, se resalta que cada diseño es completamente bueno y cada uno tiene sus propios puntos fuertes

**Palabras claves:** Edificios, Sistemas estructurales.

### **ABSTRACT:**

The present investigation is with the purpose of proposing a design adapted to the needs of the Municipal Palace of the District of Huaso - Province of Julcán, “La Libertad” Region. Realizing three designs as alternative of solutions to the need to design and build a new municipal palace; because currently he does not have one in his own district. The alternatives of solution were: Structural portic system of reinforced concrete, design portic of laminated steel (metallic), design portic mixed (steel and concrete); The best alternative was discriminated taking into account the following variables: the structural behavior, direct cost and construction time. Of course, the only goal is not simply to do the design for the district of Huaso, but also to make known the strengths of mixed design and desing in steel, because they are not very common in our “La Libertad” Region. When developing the three designs, a system of relative weights for established to determine the best design alternative, using the author's criteria, in which the advantages of the mixed design were evidenced over the other two designs, maintaining a balance between the comparable variables. However, it is emphasized that each design is completely good and each has its own strengths.

**Key words:** Buildings, Structural systems

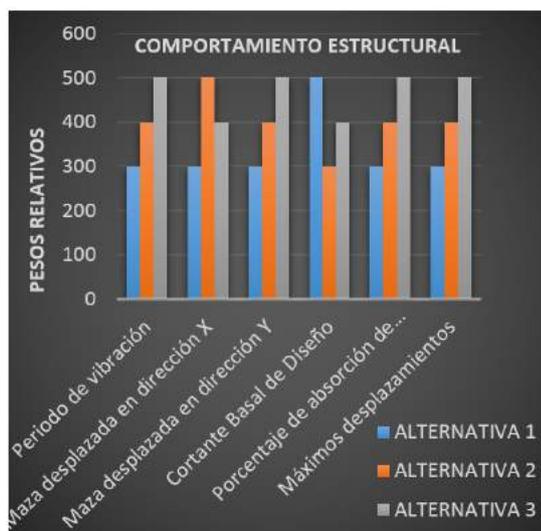
---

<sup>1</sup> Universidad César Vallejo - Estudiante de Ingeniería Civil.  
E-mail: nilverchacaltanaviera@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN:

Después de plantearnos la necesidad de construir un nuevo palacio municipal en el distrito de Huaso, planteamos tres diseños que servirán como posibles soluciones a la necesidad mencionada (las alternativas de diseño fueron: sistema aporticado de concreto armado, sistema aporticado de acero laminado, sistema aporticado mixto), en consecuencia surge la pregunta ¿cuál sería la alternativa que mejor se adapte a las necesidades y realidad problemática del distrito de huaso?, con el objetivo de proponer múltiples soluciones a un problema escoger la mejor solución, en este trabajo exponemos los puntos fuertes de cada diseño y por supuesto también exponemos la alternativa que consideramos óptima para el distrito de huso, después de haber las estudiado y evaluado (las variables a tomar en cuenta en la evaluación serán: comportamiento estructural, costo directo de las estructuras, cronograma de ejecución).

## 2. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL:



En cuanto al comportamiento estructural se tomaron cinco criterios a evaluar los cuales fueron: El periodo de vibración, porcentaje de masa desplazada por modo de vibración, cortante basal de diseño,

porcentaje de absorción de cortante sísmica y máximos desplazamientos. De esta manera se realizó un análisis comparativo en el cual se demostró que la mejor alternativa de diseño bajo esta variable es la alternativa número tres (sistema aporticado mixto). Este análisis se desarrolló utilizando un sistema de pesos relativos, utilizando sistemas de puntuación bajo el criterio del autor.

## 3. COSTO DIRECTO

El costo es un factor muy importante en la elección de la mejor alternativa de óptima de diseño, todos sabemos que por más estética que tenga una estructura o por muy buena que sea siempre tenemos que ajustarnos a nuestro presupuesto, es por eso que este factor es de vital importancia para este análisis del cual se desprende que la mejor alternativa bajo esta variable es la alternativa número 1 (por ser la más económica) como lo demuestra a siguiente figura:



También podemos apreciar algunos datos adicionales a nuestro análisis como son el sobre costo que representa construir en metal o en un sistema mixto en función del más común y económico.

Alternativas de Diseño	Porcentaje en referencia
Alternativa 1	100.00%
Alternativa 2	151.56%
Alternativa 3	134.12%

Este cuadro nos dice que, para nuestro proyecto, construir en acero nos cuesta 51.56% más que cons-

truir en acero nos cuesta 51.56% más que construir en concreto y también nos da a entender que construir en un sistema mixto cuesta un 34.12% más que en concreto armado.

#### 4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:

El cronograma de ejecución de obra es una variable muy importante porque no solo nos economiza el tiempo, si no que nos permite un control en todo momento. La alternativa que se comporta mejor bajo esta variable es la numero 2 (sistema metálico) por ser la alternativa que menor tiempo de construcción lleva y mantiene una gran ventaja respecto a las demás. Como se aprecia en la siguiente figura:



Del cual como en la anterior variable también podemos notar algunos datos adicionales a nuestro análisis como son las ventajas que representa la construcción en acero sobre las demás

Alternativas de Diseño	PORCENTAJE DE TIEMPO
Alternativa 1	170.11%
Alternativa 2	100.00%
Alternativa 3	140.23%

Este cuadro nos dice que, si asumimos el diseño en acero como un 100%, entonces podemos afirmar que la construcción en concreto armado dura un 70.11% más que en la de acero y que la construcción

en un sistema mixto demora un 40.23% más que en un sistema metálico.

#### 5. EVALUACION DE ALTERNATIVAS:

Sistema de puntuación:

Se estableció un sistema de pesos relativos y una manera de calificar los diseños, todo esto bajo el criterio del autor. A continuación, se detalla el método en los siguientes cuadros.

Calificación de Diseño	Puntuación
Diseño Optimo	500
Diseño Aceptable	400
Diseño Regular	300
Diseño Malo	200
Diseño Pésimo	100

Este cuadro será usado en cada variable comparable, calificando y cuantificando los diseños

Pesos Relativos	Factor de Multiplicación
Diseño estructural (De)	2
Costo Directo (Cd)	2
Tiempo de Construcción (Tc)	1
Peso Relativo Total (Prt)	$Prt = \frac{2xDe+2xCd+Tc}{5}$

En este cuadro podemos apreciar los pesos relativos dados a cada variable utilizando el criterio del autor, este se basa en la importancia de cada variable e influencia que tiene sobre el proyecto.

Sistema de Calificación	Intervalos de Puntuación
Diseño Optimo	[400-500>
Diseño Aceptable	[300-400>
Diseño Regular	[200-300>
Diseño Malo	[000-200>

Una vez calificado las variables de diseño y sometidos a l sistema de pesos relativos, se presenta el

sistema de calificación, que será como se muestra en el cuadro anterior.

Ahora que se ha expuesto el método, exponemos los resultados del análisis:

PESOS RELATIVOS	Art. 1	Alt. 2	Alt. 3
Periodo de vibración	300	400	500
Maza desplazada en dirección X	300	500	400
Maza desplazada en dirección Y	300	400	500
Cortante Basal de Diseño	500	300	400
Porcentaje de absorción de cortante sísmico por elemento (vigas inclinadas y columnas) en dirección X	300	400	500
Porcentaje de absorción de cortante sísmico por elemento (vigas inclinadas y columnas) en dirección Y	300	400	500
Máximos desplazamientos	300	400	500
<b>Diseño Estructural ( De )</b>	<b>329</b>	<b>400</b>	<b>471</b>

El cuadro anterior muestra el primer resultado del análisis el cual demuestra la superioridad de la alternativa tres en la primera variable evaluada.

PESOS RELATIVOS	Art. 1	Art. 2	Art. 3
<b>Costo directo total (Ct)</b>	<b>500</b>	<b>300</b>	<b>400</b>
<b>Tiempo de Construcción (Tc)</b>	<b>300</b>	<b>500</b>	<b>400</b>

En los cuadros anteriores presentamos la calificación de diseño de las variables. A continuación, se expone la calificación de las alternativas de solución:

PESOS RELATIVOS	Art. 1	Art. 2	Art. 3
Diseño estructural (De)	658	800	942
Costo Directo (Cd)	1000	600	800
Tiempo de Construcción (Tc)	300	500	400
<b>PESO RELATIVO TOTAL (Prt)</b>	<b>392</b>	<b>380</b>	<b>428</b>

De la que podemos afirmar sin duda alguna que:

Alternativa 1: Diseño Aceptable

Alternativa 2: Diseño Aceptable

Alternativa 3: Diseño Optimo

## 6. CONCLUSIONES:

- Se Realizó el análisis comparativo entre las tres alternativas de diseño, utilizando como variables el diseño estructural, en donde se determinó que la alternativa que se comporta mejor estructuralmente es la alternativa tres, en cuanto al costo directo la alternativa más económica y por lo tanto la mejor bajo este criterio es la alternativa número uno y en cuanto al tiempo de construcción la alternativa con menor tiempo de construcción y por lo tanto la mejor bajo este criterio es la alternativa número dos.

Se determinó que la alternativa óptima de diseño utilizando un sistema de pesos relativos bajo el criterio del autor, es el número tres (a porticado Mixto).

## 7. RECOMENDACIONES:

- Dentro de este trabajo que busca romper ciertos esquemas de pensamiento o mitos como lo son los que dicen que “construir en acero es demasiado caro”, se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés por este estudio, la complementación con otras variables de investigación y promover así la construcción en acero en nuestra región La Libertad.

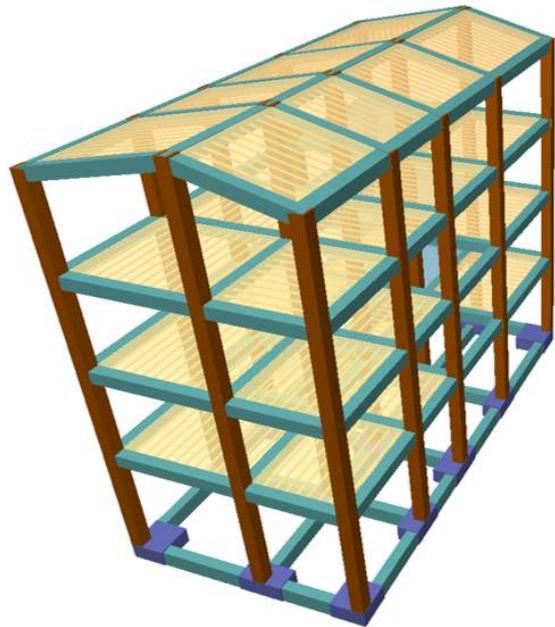
- Otra recomendación tiene lugar para los que elaborarán el expediente técnico de la construcción de la municipalidad distrital de Huaso, provincia de Julcán, región La Libertad; utilizar la alternativa número tres como base, por mantener un equilibrio entre el mejor comportamiento estructural, costo y tiempo de construcción. Sin embargo, se aclara que las alternativas de diseño uno y dos son diseños buenos y aceptables los cuales también los pueden usar si es el caso. (los planos y cálculos respectivos los pueden encontrar en los anexos)

## 8. BIBLIOGRAFÍA:

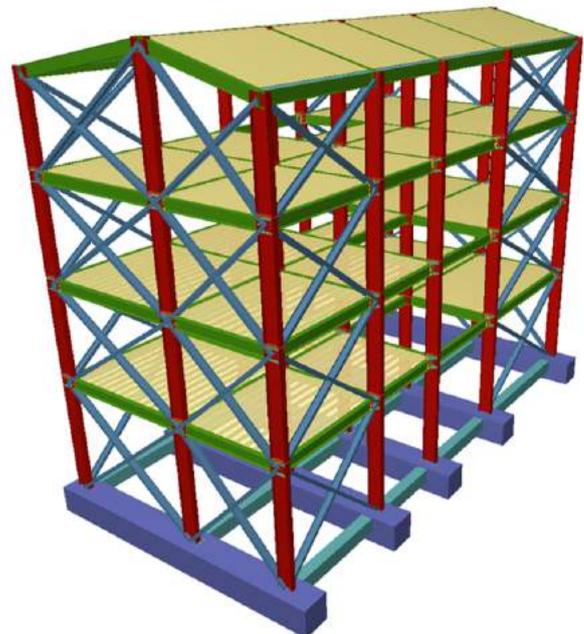
- [1] Reyna Flores, Alisson Kimberly. 2017. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura. Lima : universidad cesar Vallejo, 2017.
- [2] Zambrano Songora, Jonathan Paul. 2017. Análisis comparativo económico de una vivienda de estructura de acero y una de estructura convencional. Machala, Ecuador : Universidad Técnica de Machala, 2017.
- [3] Aguirre Ahumada, Carlos. 2010. Especificacion ANSI/AISC 360 -10 para Construcciones de Acero. Santiago de Chile : Asociacion Latinoamericana del Acero, 2010.
- [4] Aliaga Carrascal, Javiera Alfredo y Vasquez Dominguez, Jose Alejandro. 2017. Análisis Comparativo del diseño estructural aplicando la norma sismo - resistente vigente y el proyecto de norma, para el proyecto Hospital UPAO en la Ciudad de Trujillo. Trujillo : universidad privada Antenor Orrego, 2017.
- [5] Carrasco Navarrete, Sebastian, y otros. Recomendaciones de diseño de columnas Mixtas. Santiago de Chile : Asociacion latinoamerica del acero. Norma Técnica E.030, Diseño Sismo Resistente.
- [6] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2016. Reglamento Nacional de Edificaciones .

## 9. ANEXOS:

A continuación, se presentan los modelos estructurales de cada alternativa de diseño para que el lector pueda apreciar las alternativas evaluadas.

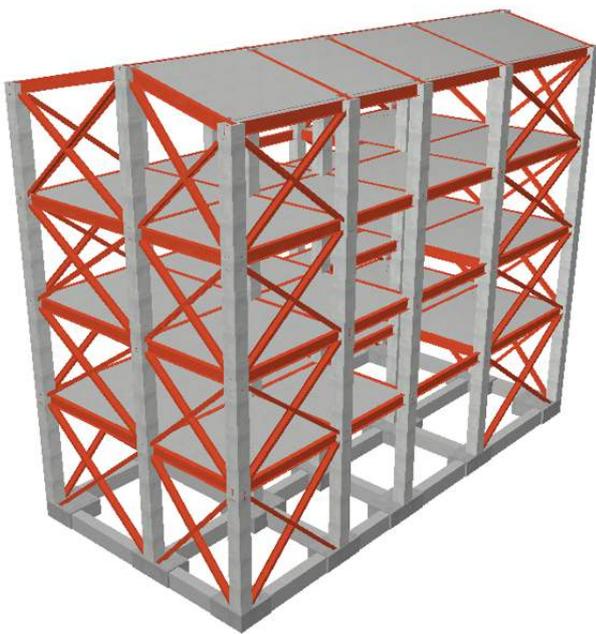


La figura anterior nos muestra el modelo estructural de la alternativa número uno, que es un sistema aporricado de concreto armado, podemos notar que usa una cimentación completamente aislada conectada por medio de vigas de cimentación, también vemos que utiliza una losa a dos aguas en el último nivel.



La figura anterior muestra el modelo estructural de la alternativa número dos, que es un sistema aporricado metálico unido con una serie de vigas inclinadas.

das que a su vez funcionan como muros estructurales y reducen potencialmente los desplazamientos posibles, por lo que este obtiene un gran comportamiento estructural, también podemos notar que utiliza una cimentación con zapatas combinadas y de gran canto, sin embargo hacemos notar que utiliza un concreto pobre en cemento ya que su gran canto se debe a que es necesario para poder anclar bien sobre estos los pernos de anclaje que vienen de las columnas.



La figura anterior muestra el modelo estructural de la alternativa número tres, que es un sistema mixto compuesto por concreto armado y acero laminado. Del que podemos notar que aprovecha los puntos más fuertes de las dos alternativas anteriores, posee las mismas columnas y cimentación que la uno, las mismas viga y losas y vigas inclinadas que la dos.