

Comparison of prefabricated single-family housing construction and confined masonry systems

Guillermo Yorel Noriega Aquise ¹,

¹ Universidad Católica de Santa María Arequipa Perú. ¹Ingeniero Civil y Egresado de la Escuela de Post Grado de UCSM en Gerencia de la Construcción, ¹gnoriega@ucsm.edu.pe, ¹yornoriegaa@gmail.com.

Abstract— The project seeks to design and establish the construction of basic single-family housing, in its search it makes a comparison of a construction system with prefabricated elements of reinforced concrete and with a construction system of confined masonry. The houses must serve populations in need of housing in emergency and post-emergency situations. It is carried out based on the design analysis of two types of dwellings with VUF 04 codes of 42.21m² and VUF 06 of 59.85 m². It is based on the same architecture and the structural analysis is carried out resistant earthquake, according to the Peruvian standard. The architecture, structure and other plans are defined, then establish the construction processes and perform the analysis of unit costs and budgets. The time and costs of production, manufacturing and assembly of a construction system with prefabricated elements is reduced compared to a confined masonry construction system. The period of production and construction of a prefabricated house is short and can be attended in any situation of need for housing and also in emergency and post-emergency situations..

Keywords—Manufactured houses, costs, confined masonry, construction system.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.321>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

Comparación de sistemas de construcción de vivienda unifamiliar prefabricada y de albañilería confinada.

Guillermo Yorel Noriega Aquisé¹,

¹ Universidad Católica de Santa María Arequipa Perú. ¹Ingeniero Civil y Egresado de la Escuela de Post Grado de UCSM en Gerencia de la Construcción, ¹ gnoriega@ucsm.edu.pe, ¹ yornoriegaa@gmail.com.

Resumen: El proyecto busca diseñar y establecer la construcción de vivienda básica unifamiliar, en su búsqueda realiza una comparación de un sistema de construcción con elementos prefabricados de concreto armado y con un sistema de construcción de albañilería confinada. Las viviendas deben atender a poblaciones en necesidad de vivienda en situaciones de emergencia y de post emergencia. Se realiza a partir del análisis del diseño de dos tipos de viviendas de códigos VUF 04 de 42.21m² y VUF 06 de 59.85 m². Se parte de la misma arquitectura y se realiza el análisis estructural sismo resistente, según la norma peruana. Se define los planos de arquitectura, de estructura y otros, para luego establecer los procesos de construcción y realizar el análisis de costos unitarios y presupuestos. El tiempo y los costos de producción, fabricación y montajes de un sistema de construcción con elementos prefabricados es más reducido frente a un sistema de construcción de albañilería confinada. El periodo de producción y edificación de una vivienda prefabricada son cortos y se puede atender en cualquier situación de necesidad de vivienda, de emergencia y post emergencia.

Palabras claves — Viviendas prefabricadas, costos, albañilería confinada, sistema de construcción.

I. INTRODUCCIÓN.

Al analizar la situación de la vivienda en el Perú se encuentran problemas comunes, como a todos los países latinoamericanos. América Latina tiene un déficit habitacional muy grande tanto por la carestía en el número de viviendas disponibles como por las deficiencias físicas de las viviendas existentes. De acuerdo con diferentes estimaciones, este déficit es equivalente a poco más de la mitad de todas las viviendas existentes. No obstante, la gravedad del problema habitacional varía mucho dentro de la región entre países, dentro de cada país e inclusive en una misma ciudad [1].

Nueve de cada 10 viviendas de América Latina y el Caribe son de baja calidad. "Actualmente más del 75% de los habitantes de América Latina y el Caribe reside en zonas urbanas. El reto es cómo erradicar los cordones de pobreza y el deterioro que esto genera y que no permite buena calidad de la vivienda en nuestro hemisferio", explicó a EL PAÍS, Luis Alberto Moreno, presidente del BID. En los últimos 20 años Brasil, Colombia, Perú, Chile, Paraguay y Argentina, entregaron más de seis millones de unidades de vivienda a poblaciones de bajos recursos. Esta política no ha evitado el surgimiento de urbanizaciones o conglomerados de viviendas de baja calidad, en las afueras de las ciudades, lejos de los centros de trabajo. [7].

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.321>

ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

Perú es el tercer país de Latinoamérica con mayor déficit de viviendas, de acuerdo al informe del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, entidad Ministerial del gobierno peruano. Manifiestan que existe un déficit de 1 800 000 viviendas, entre familias que no cuentan con una o habitan una vivienda precaria. Perú ocupa el tercer puesto en a nivel de América Latina como el país con mayor déficit de vivienda. Después de Nicaragua y Bolivia. [1] [2].

El déficit habitacional ante una oferta escasa genera un incremento del precio de las viviendas. De acuerdo con la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), en los últimos años se ha producido un incremento del precio promedio de los departamentos en Lima y Callao. El precio por metro cuadrado (m²) durante el 2015 era 4,623 soles y aumentó para el 2016 en el 5.5%; por zonas, la mayor alza se presentó en Lima Moderna que pasó de 4,794 soles por m² el 2015 a 5,187 soles por m² el 2016 [2], [3]. Los altos precios de los departamentos y casas en Lima, hacen inalcanzable la obtención de una vivienda propia para todos. Adicionalmente, la alta informalidad en la construcción de viviendas sin ningún tipo de planificación y autorización municipal en distritos de escasos recursos aumenta el déficit habitacional [4].

Existe la necesidad de disponer viviendas familiares en la ciudad, por la necesidad existente y por el crecimiento de la población. La necesidad es crítica e imperante en determinados espacios geográficos donde sucedió eventos telúricos y catastróficos que afectaron notablemente a las viviendas familiares que en la mayoría de los casos fue destruida y al ser asistida en situaciones de post emergencia, no logran reponer las viviendas derruidas. Sucede aun en nuestros días en Ica [5] Colca Ichupampa [6] entre otros.

Frente a estas situaciones y en la búsqueda de respuesta positiva, el estudio busca: *Diseñar y establecer la construcción de una vivienda básica unifamiliar para su difusión. Para lo cual se realiza una comparación de un sistema de construcción con elementos pre fabricados de concreto armado y compararlo con un sistema de construcción de albañilería confinada.* Las viviendas deben ser utilizadas para atender a poblaciones en necesidad de vivienda y también para poblaciones que se encuentren en situaciones de emergencia y de post emergencia.

Se busca una alternativa tecnológica que responda a la necesidad de los requerimientos de una vivienda básica

unifamiliar de bajo costo y sea implementada ágilmente en corto.

La ciencia muestra que la práctica de la comparación ha sido y continúa siendo un recurso imprescindible para dar respuesta a problemas de conocimiento natural y social. Pero no debemos olvidar las importantes diferencias que existen entre la comparación como forma de pensamiento y como procedimiento científico. La primera compara operaciones simples; la segunda compara operaciones complejas (Krawczyk, 2013), aunque la diferencia no radica en la complejidad de la estructura lógica de las comparaciones, (Marradi 1991) no presenta contrastes significativos en la ciencia y en la vida cotidiana, sino en la selección y definición de los objetos y las propiedades que se comparan, así como en el cuidado y sistematicidad de los procedimientos de producción y análisis de los datos a partir de los cuales se realizan las comparaciones [8].

El método comparativo consiste en la generalización empírica y la verificación de hipótesis. Entre las ventajas que ofrece el método comparativo se cuentan el comprender cosas desconocidas a partir de las conocidas, la posibilidad de explicarlas e interpretarlas, perfilar nuevos conocimientos, destacar lo peculiar de fenómenos conocidos, sistematizar la información distinguiendo las diferencias con fenómenos o casos similares [9].

La vivienda prefabricada es de concreto armado. Harmsen, T.E [10], expresa sobre estructuras prefabricadas. Están constituidas total o parcialmente por elementos pre elaborados, los cuales serán ensamblados para constituir una estructura total. El diseño de los elementos considera, en definir su configuración:

- En base a criterios de resistencia.
- Lugar de fabricación de las piezas
- Procedimiento constructivo.
- Peso de los elementos y equipos de Izaje.
- Lugar de almacenamiento, curado y transporte
- Detalle de las conexiones entre piezas

Es difícil constituir estructuras prefabricadas si no se tienen en cuenta todos los factores. El diseño y ejecución de obras debe ser cuidadosamente planificado. La geometría de cada pieza, su ubicación final en la estructura, las tuberías e insertos que debe contener, las conexiones entre elementos, entre otros. Se deberá estar claramente definidos antes del inicio de la obra. Es importante considerar que la fabricación de piezas en serie incrementa la eficiencia del proceso y permite un mayor control de calidad del mismo. La posibilidad de reutilización de equipos y del encofrado se incrementa (p553). [10].

Nuestra proposición es la fabricación de los elementos prefabricados de concreto armado ya sea en una planta de

producción o al pie de la obra con la maquinaria existente en la zona de las obras.

Para realizar la elaboración de elementos prefabricados de concreto se debe realizar el siguiente proceso [13]:

- Definir el diseño de la vivienda básica unifamiliar.
- Preparación de los elementos a prefabricar.
- Moldeo, colocación de mallas y tuberías.
- Vertido y vibración del concreto.
- Acabados.

Una vez logrado las piezas necesarias, estas deben montarse en un camión y llevarse al lugar del montaje, donde se edificará la vivienda básica construida. El proceso de montaje se realiza de la manera más simple posible, inicialmente se ponen los muros perimetrales, luego los muros interiores para después colocar el techo [13].

La albañilería confinada, es un sistema que tradicionalmente se emplea en casi todo latino américa. La albañilería confinada se define como aquella que se encuentra íntegramente bordeada por elementos de concreto armado (exceptuando la cimentación que puede ser de concreto ciclópeo y en otros casos es de concreto armado), vaciado después de haberse construido el muro de albañilería y con una distancia entre columnas que no supere en más de 2 veces la altura del piso. Es importante seguir la secuencia constructiva indicada para que los confinamientos se adhieran a la albañilería y formen un conjunto que actúe de manera integral [11].

II. DISEÑO METODOLÓGICO.

El método comparativo es inherente a cualquier procedimiento científico, es decir, que nos permite comparar los resultados obtenidos después de analizar determinadas variables y observar los indicadores. Esto supone que siempre que se compare siguiendo unos procedimientos científicos. Se logrará comparar; en qué aspectos son comparables y seguir la estrategia de análisis para llegar a unas conclusiones. No se entiende ningún tipo de comparación inconsciente, que no sea premeditada, más bien está en función de objetivos establecidos [14].

Para el proceso de comparación por un lado se tiene a las viviendas unifamiliares diseñados y construidos *con elementos pre fabricados de concreto armado* y por el otro lado se tiene a un *diseño y construcción de albañilería confinada*. Para realizar un análisis comparativo se ha establecido en ambos casos los factores y variables de análisis sean comunes de tal forma que los indicadores y variables de respuesta se puedan comparar de manera objetiva.

El diseño metodológico nos permite expresar los procedimientos para responder a los planteamientos y alcanzar el objetivo del Estudio y así responder con coherencia a los

principios que orienten, en la búsqueda de las respuestas que responda a la necesidad existente.

El proceso a seguir, se define en tres fases:

Fase 1 – Diseño arquitectónico de las viviendas básicas Unifamiliares:

Comprende el diseño de arquitectura de dos tipos de viviendas unifamiliares de un piso que a la vez será base para edificar un segundo piso en el futuro. Una vivienda unifamiliar será de 42.21 m² a la cual la denominaremos VUF 04 y la otra vivienda será de 58.59 m² a la cual la denominamos VUF 06.

Esta fase comprende el trabajo de diseño arquitectónico de las viviendas básicas, el cual se realiza el diseño de maqueta virtual en SketchUp y luego obtenemos los planos en Autocad. El diseño para ambos sistemas de edificación es el mismo se trata de establecer la similitud en lo más próximo posible, de tal forma nos permita realizar las comparaciones debidas

Fase 2 – Diseño Estructural de las viviendas básicas Unifamiliares y del proceso de edificación:

Esta fase comprende el diseño estructural de las viviendas básicas unifamiliares, utilizando proceso de cálculo estructural y también realizar el Análisis del diseño en SAP2000. También se debe definir un proceso de edificación.

Fase 3 – Análisis de costos, presupuestos y tiempos para la edificación de viviendas básicas unifamiliares:

Se analizan los diseños y los procesos según los planteamientos y las premisas especificadas y delimitadas. Con el objeto de definir los costos, el presupuesto y los tiempos que demande la edificación de las viviendas básicas unifamiliares a fin de lograr definir una propuesta técnica que permita atender a poblaciones en necesidad de vivienda en diversas zonas de las ciudades y en situaciones de post emergencia. El análisis de resultados debe lograr:

- Diseñar procesos constructivos para la edificación de una vivienda básica unifamiliar.
- Establecer el menor tiempo de construcción para la edificación de una vivienda básica Unifamiliar.
- Establecer el costo más bajo de un sistema de fabricación, construcción de viviendas básicas unifamiliares.

III. RESULTADOS.

A. *Arquitectura de Viviendas Básicas Unifamiliares:*

A.1. *Vivienda Básica Unifamiliar Prefabricada.*

Vivienda Unifamiliar Prefabricada VUF 04.- PF.

Comprende un Área de 42.24 m², 6.60 m de largo x 6.40 m de ancho. Los muros tienen un espesor de 0.10 m.

Tabla 01
Ambientes, Áreas y Porcentaje de ocupación en VUF 04.- PF.

Ítems	Ambientes	m ²	Porcentaje
1	Sala múltiple: comedor y sala.	11.590	27.44%
2	Dormitorio: una cama de 2/plazas	7.625	18.05%
3	Dormitorio: dos camas de 1/plaza	7.625	18.05%
4	Cocina	7.930	18.77%
5	Baño, inodoro, lavatorio y ducha.	2.436	5.77%
	Pasadizo	1.224	2.90%
	Muros	3.810	9.02%
	Área Total	42.240	100.00%



Fig. 1 Vista de Planta de VUF 04 - PF: 42.24 m².

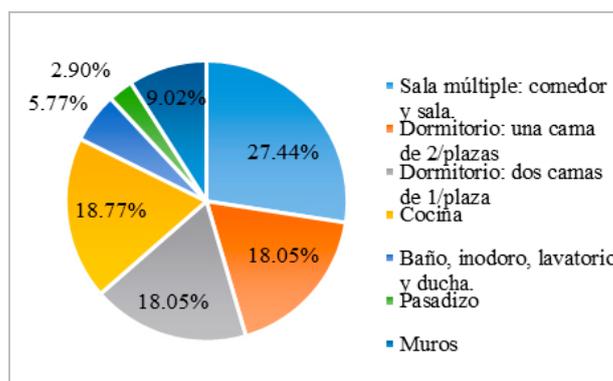


Fig. 2 Distribución porcentual de ambientes de VUF 04 - PF: 42.24 m².

Vivienda Unifamiliar Prefabricada VUF 06.-PF.

Comprende un Área de 58.59 m², 9.30 m de largo x 6.30 m de ancho. Los muros tienen un espesor de 0.10 m.

Tabla 02
Ambientes, Áreas y Porcentaje de ocupación en VUF 06.- PF.

Ítems	Ambientes	m ²	Porcentaje
1	Sala comedor.	15.30	26.11%
2	Cocina y comedor.	6.10	10.41%
3	Dormitorio: una cama de 2/plazas	8.76	14.95%
4	Dormitorio: dos camas de 1/plaza	7.50	12.80%
5	Dormitorio: dos camas de 1/plaza	7.50	12.80%
6	Baño, inodoro, lavatorio y ducha.	2.60	4.44%
7	Baño, inodoro, lavatorio y ducha.	2.60	4.44%
	Pasadizo	2.56	4.37%
	Muros	5.67	9.67%
	Área Total	58.59	100.00%

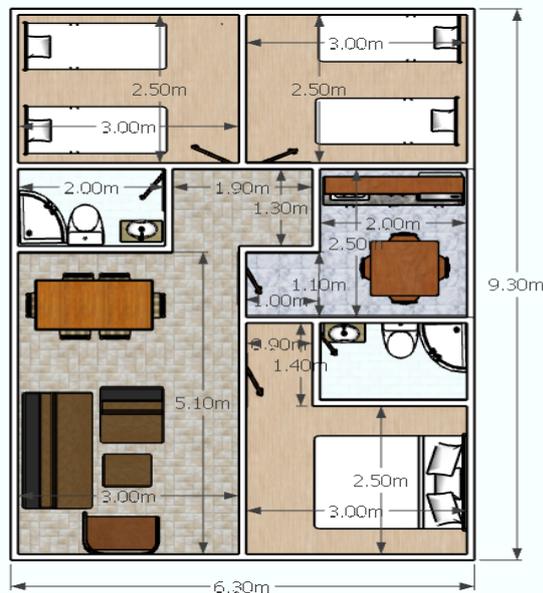


Fig. 3: Vista planta de VUF 06: 58.59 m².

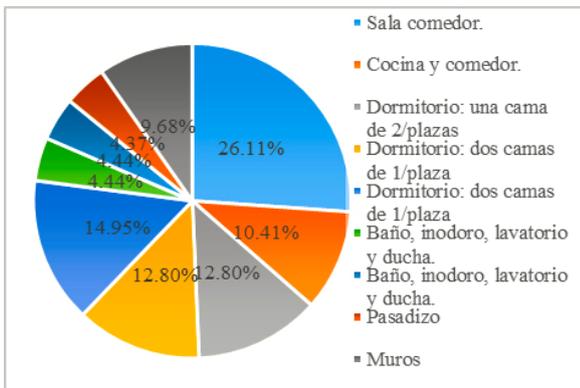


Fig. 4: Distribución porcentual de ambientes de VUF 06: 58.59 m².

A.2. Vivienda Básica Unifamiliar- Albañilería Confinada.

Vivienda Unifamiliar Albañilería Confinada VUF 04.-AC.

Comprende un Área de 42.24 m², 6.60 m de largo x 6.40 m de ancho. Los muros tienen un espesor de 0.15 m.

Tabla 03
Ambientes, Áreas y Porcentaje de ocupación en VUF 04 -AC.

Ítem	Ambientes	m ²	Porcentaje
1	Sala múltiple: comedor y sala.	10.875	25.75%
2	Dormitorio: una cama de 2/plazas	7.32	17.33%
3	Dormitorio: dos camas de 1/plaza	7.32	17.33%
4	Cocina	7.395	17.51%
5	Baño, inodoro, lavatorio y ducha.	2.4	5.68%
	Pasadizo	1.26	2.98%
	Muros	5.67	13.42%
	Área Total	42.24	100.00%



Fig. 5: Vista de Planta de VUF 04 - AC: 42.24 m².

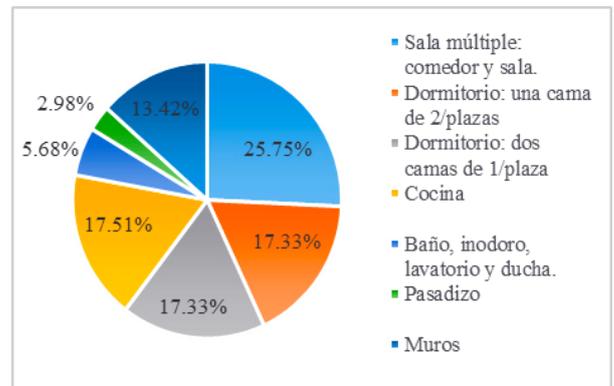


Fig. 6: Distribución porcentual de ambientes VUF 04 - AC: 42.24 m².

Vivienda Unifamiliar Albañilería Confinada VUF 06.-AC

Comprende un Área de 58.59 m², 9.30 m de largo x 6.30 m de ancho. Los muros tienen un espesor de 0.15 m.

Tabla 04
Ambientes, Áreas y Porcentaje de ocupación en VUF 06.-AC

Ítems	Ambientes	m2	Porcentaje
1	Sala comedor.	14.63	24.96%
2	Cocina y comedor.	5.67	9.68%
3	Dormitorio: una cama de 2/plazas	7.31	12.48%
4	Dormitorio: dos camas de 1/plaza	7.31	12.48%
5	Dormitorio: dos camas de 1/plaza	8.21	14.02%
6	Baño, inodoro, lavatorio y ducha.	2.40	4.10%
7	Baño, inodoro, lavatorio y ducha.	2.40	4.10%
	Pasadizo	2.28	3.90%
	Muros	8.38	14.30%
	Área Total	58.59	100.00%

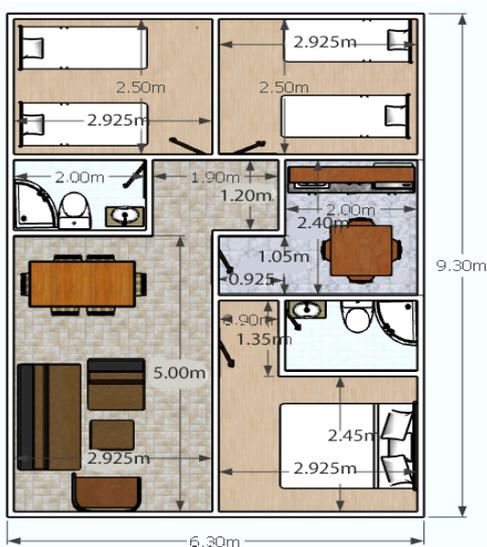


Fig. 7 Vista de Planta de VUF 06 - AC: 58.59 m²

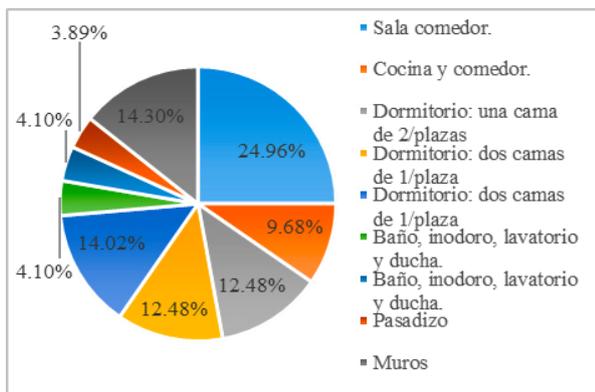


Fig. 8. Distribución porcentual de ambientes VUF 05 -AC: 58.59 m².

B. Diseño Estructural de las viviendas básicas Unifamiliares.

Arequipa es una región que se encuentra en la Zona 3 del Mapa Sísmico del Perú. Los conceptos de diseño sísmo resistente son los predominantes; la protección sísmica es a través de sistemas: de protección estructural, reducción de vibraciones, construcción segura, protección no estructural y protección de los contenidos. Se brinda a la estructura: Simplicidad, Simetría. Uniformidad, Redundancia, Resistencia y rigidez bidireccional, Resistencia y rigidez torsional, Comportamiento de diafragma en cada nivel y la Cimentación adecuada.

El procedimiento empleado, es en cuatro pasos: *Modelaje estructural, Análisis estructural computacional, Interpretación de resultados y el Diseño estructural.*

El diseño sísmo resistente se ha cumplido con:

- Las estructuras logren suficiente rigidez para reducir los desplazamientos laterales a niveles tolerables.
- Las estructuras tienen suficiente resistencia para resistir las fuerzas inerciales impuestas por el movimiento del suelo.
- Las estructuras garantizan un nivel de tenacidad que sea capaz de retener una porción sustancial de su resistencia respondiendo en el rango no lineal bajo desplazamientos de carga y descarga.

Se presenta un resumen de los resultados del análisis estructural de las viviendas básicas unifamiliares, los cuales cumplen las solicitudes exigidas. Los detalles se encuentran en las memorias de cálculo y se ubican según las referencias.

B.1. Vivienda prefabricada.

El módulo de vivienda VUF 04 -VP y VUF 06 -VP, cumple los requerimientos de estabilidad y resistencia. La losa de cimentación muestra una distribución uniforme de esfuerzos y es apropiado para una amplia variedad de tipologías de suelos.

Los muros son lo suficiente resistentes ante las demandas solicitadas tanto para cargas muertas, cargas vivas y cargas sísmicas. Los muros prefabricados se unirán con uniones especiales para formar un conjunto estructural, se garantiza su estabilidad, redundancia y resistencia frente a sismos de gran magnitud. Los muros prefabricados muestran una gran ventaja frente a los muros monolíticos tradicionales, dicha ventaja se encuentra en el uso de conexiones en la interface de estos muros, ya que, durante la ocurrencia de un sismo, es en esta zona donde se puede aprovechar la fluencia de los conectores de acero que disiparían la energía sísmica y así garantizar un adecuado comportamiento de los muros y limitar su daño.

B.2. Viviendas para edificación con Albañilería Confinada.

El módulo de vivienda VUF 04-AC y VUF 06-AC cumple los requerimientos de estabilidad.

La estructura presenta buena rigidez en ambas direcciones ortogonales. Los refuerzos empleados son aceros mínimos, esto es común en edificaciones de un solo nivel.

En cuanto a la losa de techo se consideró un sistema aligerado unidireccional, sin embrago en la zona de los baños se ha considerado el uso de losa maciza, esto por si el propietario desea construir un segundo nivel.

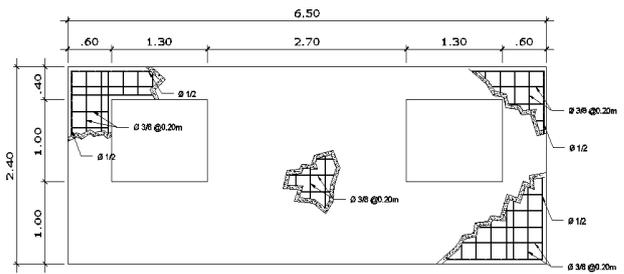
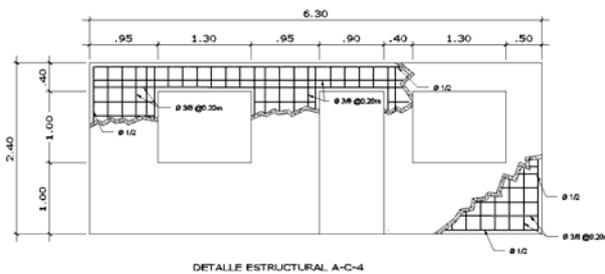
C. Procesos de edificación.

C.1. De una vivienda prefabricada con elementos prefabricados de concreto armado.

El sistema estructural de elementos comprende vigas y lozas de cimentación, muros y techo, como paneles estructurales articulados con anclajes que soporten las solicitudes de esfuerzo. Los paneles alcanzan una resistencia suficiente para su manejo y ser removidos de sus moldes y ser trasladados al lugar de la obra para luego ser ensamblados.

Cada elemento es de concreto reforzado de 210 Kg/cm² con malla cada 0.20 m en ambos sentidos de fierro de 3/8” de diámetro y en el perímetro próximo al borde va un fierro de 1/2” de diámetro, también se aplica refuerzos en las esquinas y lugares críticos. Para el transporte e izaje se instalan dispositivos que den fortaleza y no sufran deterioros.

Se muestran dos piezas con sus estructuras expuestas, las demás muestran similar estructura.



Los elementos prefabricados, se realiza mediante la articulación de paneles y es de acuerdo al siguiente proceso:

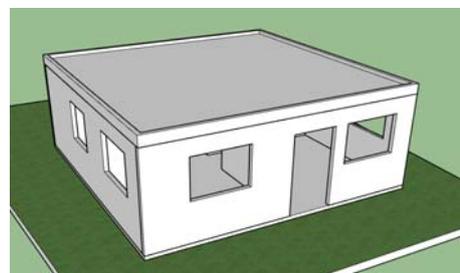
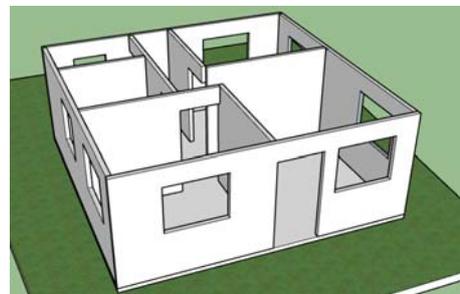
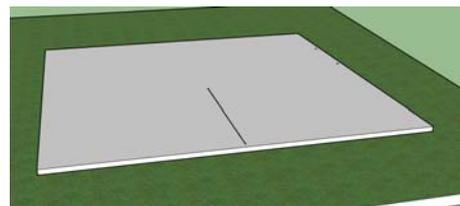
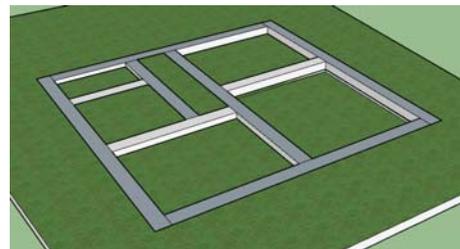




Fig.15: Culminación de acabados de la obra. VUF 06-VP.

C.2. De una vivienda edificada con albañilería confinada.

La albañilería confinada es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos, columnas de amarre, vigas soleras y otros. En este tipo de viviendas primero se construye la cimentación, el sobre cemento y luego el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas [12] y posteriormente se realizan los acabados. El empleo de mano de obra es masivo.



Fig 16: Maqueta ilustrativa albañilería confinada [15].

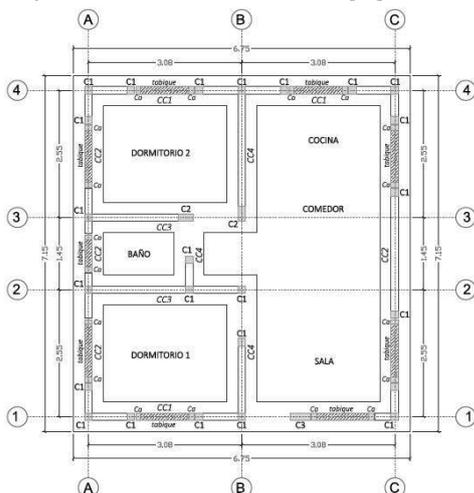


Fig.17: Cimentación VUF 04 - AC.

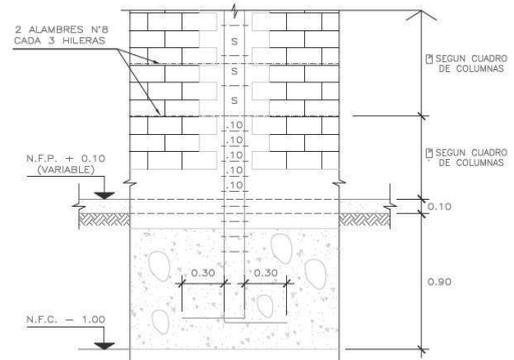


Fig.18: Anclaje de columna con cemento VUF 04 - AC.

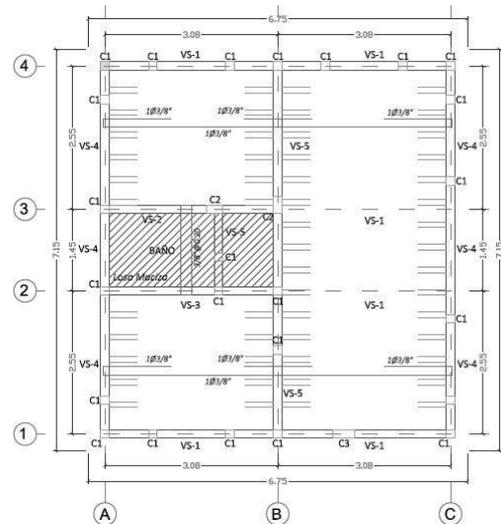


Fig.19: Detalle del techo aligerado VUF 04 - AC.

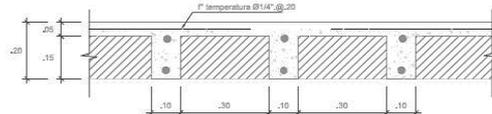


Fig.20: Detalle del techo aligerado VUF 04 - AC.

D. Costos de viviendas y tiempos para la edificación.

D.1. Costos de viviendas básicas.

Para determinar los costos de las viviendas básicas unifamiliares se utilizó en programa de presupuestos S10, para lo cual inicialmente se realizó el análisis de costos unitarios determinando las partidas correspondientes para cada sistema de construcción y luego se establece los precios de los recursos e insumos. Para el análisis correspondiente se establecen las partidas más representativas con la realidad. Los detalles de estos análisis se presentan en las referencias

El costo para las viviendas prefabricadas y su relación con el costo directo se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 05
Costos de una vivienda prefabricada y Porcentaje del CD.

Ítems	Descripción	VUF-04VP	Porcentaje	VUF-06VP	Porcentaje
1.00	Mano de Obra	12,033.69	30.60	17,928.43	30.48
2.00	Materiales	22,385.71	56.92	33,639.54	57.19
3.00	Equipos	4,908.43	12.48	7,255.82	12.33
4.00	Costo Directo	39,327.83	100.00	58,823.79	100.00

El costo de la VUF-04VP, es de S/. 39,327.83 Soles al cambio del 15 dic 2019 TC: 3.324, el costo es de \$ 11,831.48 dólares americanos. El costo por metro cuadrado es de \$ 280.10 dólares americanos.

El costo de la VUF-06VP, es de S/. 58,823.79 Soles al cambio del 15 dic 2019 TC: 3.324, el costo es de \$ 11,831.48 dólares americanos. El costo por metro cuadrado es de \$ 302.04 dólares americanos.

La estructura de costos corresponde a mano de obra del 30.48% a 30.60%, en materiales del 57.19% a 56.92% y en equipo del 12.33% al 12.48%. Representando el costo directo el 100%.

Tabla 06
Costos de una vivienda Albañilería confinada y Porcentaje del CD.

Ítems	Descripción	VUF-	Porcentaje	VUF-06AC	Porcentaje
1.00	Mano de Obra	25,877.13	40.23	31,874.78	38.19
2.00	Materiales	29,183.33	45.37	38,192.98	45.76
3.00	Equipos	9,262.51	14.40	13,395.92	16.05
4.00	Costo Directo	64,322.97	100.00	83,463.69	100.00

El costo de la VUF-04AC, es de S/. 64,322.97 Soles al cambio del 15 dic 2019 TC: 3.324, el costo es de \$ 19,351.07 dólares americanos. El costo por metro cuadrado es de \$ 458.12 dólares americanos.

El costo de la VUF-06VP, es de S/. 83,463.69 Soles al cambio del 15 dic 2019 TC: 3.324, el costo es de \$ 25,109.41 dólares americanos. El costo por metro cuadrado es de \$ 428.56 dólares americanos.

La estructura de costos corresponde a mano de obra del 30.19% a 40.23%, en materiales del 45.37% a 45.76% y en equipo del 14.40% al 16.05%. Representando el costo directo el 100%.

Los costos de una vivienda básica unifamiliar, es más reducido que una vivienda con albañilería confinada.

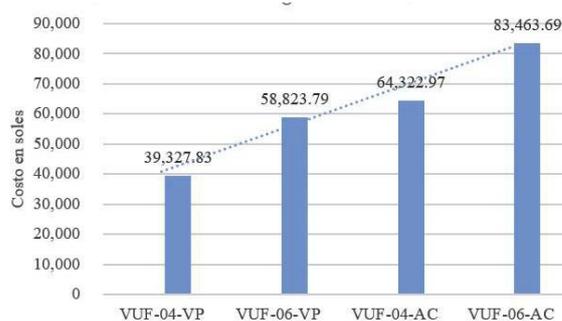


Fig.21: Costo en soles por cada tipo de vivienda.

D.2. Tiempos para la edificación.

Para realizar el análisis de tiempos a emplear en la edificación, se ha relacionado entre el valor del metrado frente al rendimiento unitario, lo que nos da un tiempo unitario y efectivo para la realización de una determinada partida constructiva del cada sistema de construcción. También se realizó en el programa S10 y llevada este al Project de Microsoft.

De este análisis sea determinado que:

El tiempo a emplear en la edificación de VUF-04VP, es de 6.88 días, considerando la producción de elementos prefabricados y el montaje de la vivienda.

El tiempo a emplear en la edificación de VUF-06VP, es de 8.63 días, considerando la producción de elementos prefabricados y el montaje de la vivienda.

El tiempo a emplear en la edificación por albañilería confinada de VUF-04AC, es de 65.5 días. El tiempo mayor se debe, porque se realiza una partida tras otra, previamente la iniciada debe estar concluida.

El tiempo a emplear en la edificación por albañilería confinada de la VUF-06VP, es de 93.25 días. El tiempo mayor se debe, porque se realiza una partida tras otra, previamente la iniciada debe estar concluida.

Los tiempos son menores de edificación de una vivienda prefabricada y se debe a la simplicidad del sistema y casi todo el sistema es mecanizado, lo que condiciona el tiempo de la edificación, es la disponibilidad de moldes.

El tiempo de trabajo de una albañilería confinada es mayor porque en la mayoría de los casos se realiza manualmente y la mecanización se utiliza en determinadas actividades y lo que condiciona los tiempos son los rendimientos humanos y los tiempos de curado del concreto.

IV. CONCLUSIONES.

- Se ha logrado diseñar la arquitectura de cuatro tipos de viviendas básicas unifamiliares y están de acuerdo a las normas. Dos tipos de viviendas con elementos prefabricados de concreto y dos para ser construidas por albañilería confinada. El aprovechamiento de los espacios es de mejor calidad la vivienda con elementos prefabricados de concreto que el de albañilería confinada
- Se ha logrado diseñar la estructura de cuatro tipos de viviendas básicas unifamiliares y están de acuerdo a las normas. Ambos sistemas responden a las condiciones sísmicas del departamento de Arequipa Perú.
- Los costos de edificación de una vivienda básica familiar con elementos prefabricados de concreto armado es menor frente a los costos que demanda la realización de la edificación por albañilería confinada.
- De acuerdo a un análisis de tiempos y procesos el periodo mínimo de edificación de una vivienda prefabricada es de 6.88 a 8.63 días y corresponde a las viviendas con elemento prefabricados de concreto.
- El costo más bajo de un sistema de fabricación y ensamblaje de viviendas prefabricadas. Se ha logrado el costo más bajo en la VUF 04 a un costo de \$ 280.10 dólares americanos por metro cuadrado.
- Se tiene la convicción personal de desarrollar y poner a disposición una tecnología, técnicas y procesos a producción y edificación con elementos prefabricados de concreto a disposición de los entes y de la población en necesidad de vivienda. A fin de lograr que las familias puedan tener acceso a una vivienda básica ya sea para solucionar su necesidad de vivienda, en respuesta a una situación de emergencia y responder positivamente a los efectos de una situación de post emergencia. Tenemos la esperanza de poder difundir los conocimientos logrados luego de llevarlos a la praxis.

V. REFERENCIAS

- [1] Juan Timaná, María del Pilar Castañeda. Factores determinantes en la selección de vivienda social en el Perú: el caso de Chíncha. Serie Gerencia para el Desarrollo 80. Universidad ESAN, 2019. Av. Alonso de Molina 1652, Surco, Lima-Perú. www.esan.edu.pe/esanediciones@esan.edu.pe
- [2] Perú es el tercer país de Latinoamérica con mayor déficit de viviendas. <https://rpp.pe/economia/inmobiliaria/peru-es-el-tercer-pais-de-latinoamerica-con-mayor-deficit-de-viviendas-noticia>. Del 02 de diciembre del 2016 – 5:05 PM Redacción Inmobiliaria. Tomado el 24 de febrero del 2020.
- [3] Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). (2016). *Informe Anual CAPECO 2016*. Lima – Perú.
- [4] : Exitosa Radio. OPINIÓN | Javier Zúñiga: Déficit habitacional en el Perú. Los altos precios de los departamentos y casas en Lima, hacen inalcanzable la obtención de una vivienda propia para todos. 29 Junio 2019, tomado de <https://exitosanoticias.pe/v1/opinion-javier-zuniga-deficit-habitacional-en-el-peru/>. Captura el 24 de febrero 2020.
- [5] Alcalde de Ica: Nada se ha hecho por Pisco a 10 años del terremoto. <https://exitosanoticias.pe/alcalde-ica-nada-se-ha-hecho-pisco-10-anos-del-terremoto/> Fecha 15 agosto 2017.
- [6] A dos años del sismo en el Colca familias de Ichupampa siguen viviendo en módulos. <https://elcomercio.pe/peru/arequipa/dos-anos-sismo-colca-familias-ichupampa-siguen-viviendo-modulos-noticia-546874>. Zenaida Condori, 15 agosto 2018.
- [7] Nueve de cada 10 viviendas de América Latina y el Caribe son de baja calidad. https://elpais.com/elpais/2018/10/27/planeta_futuro/1540600189_307714.html. María Luisa Rossel, Washington, 28 octubre del 2018.
- [8] Piovani, Juan Ignacio y Krawczyk Nora, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Universidade Estadual de Campinas, Brazil. Los Estudios Comparativos: algunas notas históricas, epistemológicas y metodológicas Educação & Realidade, vol. 42, núm. 3, 2017. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Educação. 04 de septiembre 2016. Redalib.org.
- [9] Gómez Díaz de León, Carlos. De León de la Garza, E Ayde. Método comparativo. Universidad Autónoma de Nuevo León. UANL. Monterrey, México. 27 de abril del 2016.
- [10] Harmsen, T.E, Diseño de estructuras de concreto armado, 4ta Edición, Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial 2005.
- [11] San Bartolomé, Ángel. Quiun, Daniel y Silva, Wilson. Diseño y Construcción de Estructuras sísmo resistentes de Albañilería. Fondo Editorial. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2014 Lima Perú.
- [12] Abanto Castillo, Flavio. Análisis y diseño de edificaciones de albañilería Editorial San Marcos Lima Perú 2003.
- [13] Noriega A. G Yorel Establecimiento de un sistema de construcción de vivienda unifamiliar prefabricada a bajo costo de concreto armado. Tesis de Maestría en gerencia de la construcción de la Escuela de Post Grado de la Universidad católica de Santa María UCSM Arequipa Perú.
- [14] Fuentes – Romero, Juan José. Rodríguez Fernández, Vanesa. Una revisión bibliográfica de los estudios comparativos: su evolución y aplicación a la ciencia. Universidad de A Coruña, Facultad de Humanidades. *Revista Interamericana de Bibliotecología*. Jul. Dic. 2009, vol. 32, no. 2; p. 411-433. 31 de marzo de 2009.
- [15] Maqueta albañilería confinada tomado de: <https://www.pinterest.com/pin/641903753117915822/visual-search/?cropSource=6&h=530&w=530&x=13&y=24> 28 de febrero 2020
- [16] Noriega A. G Yorel Establecimiento de un sistema de construcción de vivienda unifamiliar prefabricada a bajo costo de concreto armado. Tesis de Maestría en gerencia de la construcción de la Escuela de Post Grado de la Universidad católica de Santa María UCSM Arequipa Perú.
- [17] Noriega A. G Yorel y Pacompia Yony. Análisis estructural de un sistema de construcción de vivienda unifamiliar prefabricada de concreto armado y por albañilería confinada. Universidad Católica de Santa María UCSM. Arequipa Perú.