

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



“NUEVAS TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN PARA DISMINUIR LA INVERSIÓN PRESUPUESTAL EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

**Autor:**

Juan Carlos Abanto Loli

**Asesor:**

Ing. Manuel Urteaga Toro

Cajamarca - Perú

2021

## DEDICATORIA

El actual trabajo de investigación, está dedicado a todas las personas que me motivaron a seguir a delante cada día sin darme por vencido; en especial a mi madre Esther, que gracias a su motivación y constancia me apoyo y me enseñó a nunca rendirme y continuar pese a las adversidades; a mi abuelita Berthila, quien con su paciencia, amor y apoyo incondicional mantuve las ganas de salir a delante y buscar un mejor futuro; y a mi padre José Carlos, quien desde la distancia me motivo, para que no decaer y mantenerme firme en los momentos difíciles que pase durante mi carrera universitaria.

## AGRADECIMIENTO

Primero debo dar gracias a Dios, por haberme permitido alcanzar la meta que me propuse, doy gracias a todas las personas que fueron parte fundamental en este proceso de aprendizaje, sin los cuales no hubiera logrado mi propósito, quienes no solo me ayudaron en la consecución de mis logros, sino que también, enriquecieron mis conocimientos para coadyuvar mi desenvolverse en lo académico así como persona, logrando adquirir de cada uno de ellos el conocimiento, agradezco a mi asesor de tesis, el Ingeniero Manuel Rafael Urteaga Toro, quien me apoyó con el desarrollo de esta investigación y la culminación de esta importante etapa de mi vida.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>10</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	10
1.2- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	11
1.3- OBJETIVOS.....	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.2 Objetivos específicos .....	12
1.4- HIPÓTESIS.....	12
1.4.1 Hipótesis general. ....	13
1.5- ANTECEDENTES.....	13
1.6- MARCO TEÓRICO .....	24
1.7- JUSTIFICACIÓN.....	32
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>34</b>
2.1- MÉTODO .....	34
2.2- ASPECTOS ÉTICOS.....	46
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>47</b>
3.1- RESULTADOS.....	47
3.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN.....	58
<b>CAPÍTULO IV. ....</b>	<b>106</b>
4.1-DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	106
4.2. DISCUSIÓN: .....	106
4.3- DELIMITACIÓN DE TIEMPO. ....	109
4.5- DELIMITACIÓN DE ESPACIO .....	109
4.6- CONCLUSIONES .....	110
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	17
Cronología histórica y evolución construcción .....	17
Tabla 2.....	40
Tabla de recolección de información de los procesos constructivos.....	40
Tabla 3.....	44
Tabla de recolección de información de los procesos constructivos con indicadores. ....	44
Tabla 4.....	64
Tabla comparativa de la descripción técnica estructural de cada sistema constructivo. ....	64
Tabla 5.....	72
Presupuesto de construcción de una vivienda con sistema tradicional.....	72
Tabla 6.....	78
Presupuesto de construcción de una vivienda con sistema Llaxta. ....	78
Tabla 7.....	83
Presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema RBS.....	83
Tabla 8.....	89
Presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema GHS.....	89
Tabla 9.....	93
Presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema SDML.....	93
Cuadro Comparativo de costos por cada sistema constructivo.....	99
Tabla 11.....	101
Tabla comparativa de diseño sismo resistentes y acabados de las estructuras por cada sistema constructivo.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Las pirámides de Giza, en Egipto. Construidas como criptas reales para los faraones desde el año 3100 a.C, con bloques de piedra revestidos de caliza. ....</b>	<b>14</b>
<b>Figura2. Panteón de Roma. Templo construido entre el 118 y el 125 d. C. con cúpula y tumbas renacentistas.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 3.L'Oceanografic (Oceanográfico), en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia por los arquitectos Félix Candela y José María Tomás Llavador, y los ingenieros Alberto Domingo y Carlos Lázaro, representa los diferentes hábitats marinos (mares y océanos) en una superficie de unos 110 000 m². Tomada de (Gabaldón, 2011).....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 4. Gaia, primera vivienda impresa en 3D con material ecológico (arroz y tierra), desarrollada por la compañía WASP. Tomada de (WASP, 2019).....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 5. Índice de la Producción de la Construcción Año base 2007. Índice y variaciones interanuales Enero 2018-Febrero 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 6. Índice de la Producción de la Construcción Año base 2007. Según la actividad Índice y variaciones interanuales Enero 2018-Febrero 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. ....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 7: Diagrama de Diseño de Investigación .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 8. Planta de producción Llaxta. Fuente: <a href="http://www.llaxta.com">http://www.llaxta.com</a> .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 9. Proceso de fabricación de la casa Llaxta. Fuente: <a href="http://www.llaxta.com">http://www.llaxta.com</a> .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 10. Detalles del proceso de fabricación de la casa Llaxta. Fuente: <a href="http://www.llaxta.com">http://www.llaxta.com</a> .....</b>	<b>49</b>
.....	50
.....	50
<b>Figura 13. Detalles del sistema liviano con las instalaciones eléctricas, sanitarias y estructura metálica del concreto en paredes. Fuente: <a href="https://azembla.com.co/es/">https://azembla.com.co/es/</a> .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 14. Casa unifamiliar construida en San Andrés 2016. Fuente: <a href="https://azembla.com.co/es/">https://azembla.com.co/es/</a>.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 15. Detalles del proceso del marcado de las paredes en la cimentación. Fuente: <a href="https://www.ghs-housing.com/es">https://www.ghs-housing.com/es</a> .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 16. Detalles del vaciado de concreto en paredes. Fuente: <a href="https://www.ghhousing.com/es">https://www.ghhousing.com/es</a>.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 17. Detalles de colocación del tejado. Fuente: <a href="https://www.ghs-housing.com/es">https://www.ghs-housing.com/es</a> .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 18. Detalles de pared con el espacio de la ventana. Fuente: <a href="https://www.ghs-housing.com">https://www.ghs-housing.com</a> .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 19. Vaciado de losa de cimentación (plateas). Fuente: <a href="http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf">http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf</a> .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 20. Losa de cimentación terminada. Fuente: <a href="http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf">http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf</a> .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 21. Caja eléctrica y distribución de tuberías eléctricas. Fuente: <a href="http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf">http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf</a> .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 22. Llave de agua al dpto. y distribución de tuberías de agua fría y caliente. Fuente:</b>	

<a href="http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf">http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf</a> .....	56
<b>Figura 23. Traslado de formaletas y puntal luego del desencofrado. Fuente:</b> <a href="http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf">http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf</a> .....	56
<b>Figura 24. Encofrado monolítico muros y losas. Fuente:</b> <a href="http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf">http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf</a> .....	57
<b>Figura 25. Vaciado con bomba y vaciado con brazo telescópico Fuente:</b> <a href="http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf">http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf</a> .....	57
<b>Figura 26.- Separación de ½” con tecnopor entre MDL y Ladrillo y fachada con Ladrillo de concreto vibrado P-9. Fuente:</b> <a href="http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf">http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf</a> .....	57
<b>Figura 27. Matriz FODA para un sistema de viviendas prefabricadas Llaxta. ....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 28. Matriz FODA para un sistema constructivo RBS (Royal Building System).....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 29. Matriz FODA para un sistema constructivo GHS (Global Housing Solution).....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 30. Matriz FODA para un Sistema de muros de ductilidad limitada SMDL .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 31. Gráfica del porcentaje de materiales utilizados por cada sistema. ....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 32. Gráfica del porcentaje de equipos utilizados por cada sistema. ....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 33. Gráfica del porcentaje de mano de obra por cada sistema. ....</b>	<b>66</b>
.....	66
<b>Figura 34. Gráfica del porcentaje de rendimiento por cada sistema. ....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 35. Planta de Arquitectura primer nivel de 56,57 m2 (sistema constructivo tradicional). ....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 36. Planta de Arquitectura segundo nivel de 56,57 m2 (sistema constructivo tradicional). ....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 37. Menos de 48 h desde el comienzo hasta la vivienda terminada. Fuente:</b> <a href="http://revistapyc.com/Articulos/Grupo60/ART-60-G.pdf">http://revistapyc.com/Articulos/Grupo60/ART-60-G.pdf</a> .....	116
.....	117
<b>Figura 38. Obra bruta de la nave de producción. Fuente:</b> <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	117
.....	118
<b>Figura 39. La planta en Ica. Tras finalizar la construcción, la nave. Fuente:</b> <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> ...	118
.....	120
<b>Figura 41. El encofrado de módulo abierto. Los elementos para huecos como ventanas y puertas están fijados al encofrado exterior. Fuente:</b> <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	120
<b>Figura 43. Conexión de la bomba al encofrado. Fuente:</b> <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	122
<b>Figura 44. Tras retirar el «núcleo contraíble» ya se puede abrir el encofrado exterior. Fuente:</b> <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	123
<b>Figura 45. Cantos afilados y superficies lisas de encofrado en todos los lados. Fuente:</b>	

<a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	124
Figura 46. Módulo de ambiente es transportado para su procesamiento posterior. Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	125
Figura 47. Con la ayuda de travesaños especiales y una grúa de 12,5 t, el módulo de ambiente es transportado para su procesamiento posterior.Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	126
Figura 48. Paralelamente se producen techos.Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	127
Figura 49. Paralelamente se producen escaleras por separado.Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	128
Figura 50. Paralelamente se producen balcones por separado.Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	129
.....	130
Figura 51. El acabado de los módulos de ambiente se realiza en fábrica. Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> . .....	130
Figura 52. El módulo terminado es transportado a obra listo para su montaje.Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	131
Figura 53.Planta de casa unifamiliar de 70 m2. Tipo de casa Camelia Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .	132
Figura 58.Planta de casa unifamiliar de 77,04 m2. Área de construcción 145 m2 Piso 1.Tipo de casa Dalia. Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	136
Figura 60.Planta de casa unifamiliar de 52,41 m2. Área de construcción 70 m2 Piso 1.Tipo de casa Gardenia. Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	137
Figura 61.Planta de casa unifamiliar de 52,41 m2. Área de construcción 70 m2 Piso 2.Tipo de casa Gardenia. Fuente: <a href="http://revistapyc.com">http://revistapyc.com</a> .....	137
.....	140
Figura 64. Losa de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Fuente: Corporación La Perla.....	140
Figura 66.Acero horizontal. Fuente:Corporación La Perla.....	142
.....	143
Figura 68.Techo aligerado Acero de refuerzo y Viga-acero. Fuente:Corporación La Perla. ....	144
Figura 69.Armado de Techo aligerado. Fuente:Corporación La Perla.....	145
Figura 70.Vaciado de concreto en Techo. Fuente:Corporación La Perla. ....	146
Figura 79.Encofrado de madera en paneles de paredes de PVC y armado del acero corrugado. Fuente: <a href="https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html">https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html</a> .....	155
Figura 80.Los perfiles de pared se rellenan con concreto (a través de una bomba o de forma manual con cubetas. Fuente: <a href="https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html">https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html</a> .....	156

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo investigar nuevas tecnologías para la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cajamarca de manera que se pueda disminuir la inversión presupuestal, construyendo viviendas que cumplan con las normas estructurales, servicios básicos, calidad, seguridad, procesos constructivos, equipos, materiales, mano de obra calificada. La investigación es del tipo mixta y aplicada a un nivel descriptivo. Las nuevas tecnologías en construcción de viviendas unifamiliares analizadas y el sistema tradicional, utilizados a nivel internacional y nacional, se espera que aporten a la economía de la ciudad de Cajamarca y que además demuestre un mejoramiento constructivo y que garantice una buena calidad de vida. Los instrumentos utilizados, es toda la información recolectada de la investigación de: artículos, proyectos realizados en diferentes partes del mundo y en el país, la cual sea de fuentes confiables, que han sido aplicadas previamente y con resultados favorables, se hizo referencia a nueve sistemas constructivos innovadores, de los cuales los resultados se obtuvieron de comparar solo cuatro sistemas constructivos: El sistema de casas prefabricadas Llaxta, el sistema Royal Building System (RBS), el sistema Global Housing Solution (GHS) y el sistema de muros de ductilidad limitada (SMDL), mediante métodos de comparación de presupuestos por cada uno, se determinó el sistema de menor costo constructivo por m<sup>2</sup> de una vivienda unifamiliar. El sistema que resultó de menor costo de construcción fue el sistema SMDL. El análisis de la información acumulada, se realizó a través de indicadores tales como: la calidad, rendimiento, equipos; materiales, calificación de la mano de obra y los procesos constructivos.

**Palabras clave:** Sistema constructivo innovador, equipos, materiales, mano de obra, rendimiento, costos, comportamiento sísmico, acabados.

## CAPÍTULO I.

### 1.1 INTRODUCCIÓN

#### **Realidad Problemática**

La mayoría de viviendas en la ciudad de Cajamarca son de albañilería confinada o adobe, las cuales implican una inversión presupuestal elevada para la situación económica de la población en caso de utilizar la primera opción, lo que lleva a escatimar en gastos de seguridad en la construcción; como instalaciones eléctricas o sanitarias incorrectas, también de la inspección de un profesional de la construcción que garantice la calidad o el uso de materiales apropiados o dar garantía a través de diferentes ensayos y protocolos que corresponden, donde normalmente provienen de fabricantes artesanales no certificados, lo que por consecuencia no garantiza la seguridad a las personas que la habitan.

Esta situación, no solo aplica en la ciudad de Cajamarca, sino también en todo el país, así como muchos lugares del mundo en el que uno de los principales factores que genera esta situación es la pobreza, que, además, es acompañada por la desinformación o falta de conocimiento el cual no les permita vivir en un lugar más digno para toda la familia.

Teniendo en cuenta el primer factor mencionado, según el INEI dice que, en el año 2020 el nivel de pobreza monetaria llegó al 30,1% de la población del país, incrementándose en 9,9 puntos porcentuales en comparación con el año 2019. Cabe resaltar que, el aumento de la pobreza estaría asociado a la paralización de la mayoría de las actividades económicas, ante el Estado de Emergencia Nacional y el aislamiento social obligatorio por la presencia del COVID-19, esto en ámbitos geográficos, la pobreza afectó al 45,7% de la población del área rural y al 26,0% del área urbana; los mayores niveles de pobreza en el área rural se registraron principalmente en la sierra rural (50,4%), seguido de la selva rural (39,2%) y costa rural (30,4%).

De acuerdo al avance de la tecnología en la ciudad de Cajamarca, se ha ido implementando nuevos materiales, equipos o procesos constructivos (tecnologías) en el desarrollo de la ciudad; como carreteras, puentes, colegios, hospitales entre otros; que son utilizados por ser proyectos públicos para dar mayor calidad y seguridad. No obstante, resulta ser prácticamente imposible utilizar en la construcción de viviendas convencionales, ya que aumentaría la inversión presupuestal.

Lastimosamente, hasta la actualidad, se continúa utilizando los mismos procesos constructivos y tecnologías aplicadas para la construcción de viviendas de hace más de 20 años, y no se da cabida al futuro o se avanza muy lentamente, teniendo como resultado, no solo la falta de progreso, sino el desarrollo de la ciudad.

Para los constructores que desean implementar nuevas formas y/o tecnologías de construcción representa un problema, debido a que la mayoría de personas están adaptadas a las construcciones convencionales porque son conocidas y que además son funcionales. Las empresas lo que quieren es reducir tiempos y costos empleando sistemas constructivos innovadores que tengan mejores beneficios, en la construcción de una vivienda.

## **1.2- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es posible implementar nuevas tecnologías de construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cajamarca que disminuyan la inversión presupuestal respecto las viviendas unifamiliares convencionales utilizadas en la actualidad?, comparando y relacionándolos los indicadores tales como: calidad, rendimiento, equipos, disponibilidad, mano de obra, eficiencia, efectividad y materiales, cotejando los procesos constructivos innovadores a través del seguimiento, control y evaluación de estos.

La recopilación de información, se puede ver afectada por los distintos tipos de procesos constructivos de viviendas unifamiliares a nivel internacional, por los tipos de materiales, equipos utilizados y manos de obra, dependiendo de la calidad, rendimiento, y la

productividad, se aclara este punto para que los resultados tengan correspondencia con el tema del trabajo de investigación y se pueda llegar a recomendaciones y conclusiones que aporten realmente lo que se pueda utilizar en el País y así puntualizar en la Ciudad en estudio.

### **1.3- OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Investigar nuevas tecnologías de construcción que permitan disminuir la inversión presupuestal en viviendas unifamiliares de la ciudad de Cajamarca en el año 2021.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Recopilar información de sistemas constructivos donde se implementen nuevas tecnologías de construcción de viviendas unifamiliares a nivel internacional y nacional que estén vigentes en este año 2021.
- Comparar el sistema constructivo tradicional con cuatro sistemas constructivos innovadores de viviendas unifamiliares.
- Comparar en los procesos constructivos innovadores: los materiales, equipos, mano de obra, rendimiento.
- Seleccionar de los cuatro procesos constructivos el que sea más rentable para la inversión presupuestal en la ciudad de Cajamarca en el año 2021.

### **1.4- HIPÓTESIS**

### **1.4.1 Hipótesis general.**

Con las nuevas tecnologías para la construcción de viviendas unifamiliares, se ha logrado reducir más del 10% la inversión presupuestal, respecto a las viviendas unifamiliares construidas con el sistema tradicional o convencional.

## **1.5- ANTECEDENTES**

Se tiene claro, que desde el principio de la humanidad la especie ha requerido de refugio para protegerse de todos los peligros del mundo en cuanto las adversidades de la naturaleza que amenazan con la vida y preservación de la raza humana; teniendo esto claro, el humano ha ido evolucionado no solo físicamente, sino también en su estilo de vida; y uno de los desarrollos más evidentes es el mundo de la construcción. Que desde civilizaciones antiguas se han observado obras impresionantes de la ingeniería que hasta el día de hoy muchas aún son un misterio de cómo se lograron realizar sin ayuda de la tecnología que se conoce hoy en día, o que requirieron de una ardua labor por millares de obreros para cumplir con tan ambiciosos objetivos.

En el año 2560 a.c. se destacó, la Gran Pirámide de Giza que durante siglos ha sido considerada como la estructura más alta del mundo y es uno de los aportes más destacados para el diseño de cualquier edificación “la modulación”, porque las piedras fueron cortadas a medida la cual permita su transporte y colocación. Siendo la razón del porque actualmente se usa los materiales de construcción modulados para facilitar su montaje y evitar desperdicios.

En la Mesopotamia, “el ladrillo” fue un novedoso material para la época, que logró aportar en el desarrollo a gran escala, siendo pioneros en la construcción de las primeras ciudades en el mundo y que además con la aplicación de esmalte al ladrillo, se tuvo uno de

los primeros ejemplos de integración plástica. En Mesoamérica la evidencia de las pirámides deja entender la necesidad por llegar a lograr una representación de su universo simbólico en tres dimensiones nada más que con piedra y ladrillo de barro.



*Figura 1. Las pirámides de Giza, en Egipto. Construidas como criptas reales para los faraones desde el año 3100 a.C, con bloques de piedra revestidos de caliza.*

En Roma se realizó uno de los mayores descubrimientos científicos en la historia de la construcción, polvo mezclado con agua que al unirse se convierte en piedra conocida como la puzolana. Fue el material que hizo posible la construcción de los principales edificios y obras públicas de los romanos, como una de las más reconocidas es el Panteón (125 d.c.), que alberga una bóveda que hasta el día de hoy causa el asombro de muchos que la visitan. Aún que el uso de la piedra y el ladrillo de ese entonces, se limitaron en la construcción de las catedrales del gótico.



*Figura2. Panteón de Roma. Templo construido entre el 118 y el 125 d. C. con cúpula y tumbas renacentistas.*

De acuerdo a como iba el desarrollo de la construcción, posteriormente se implementó el hierro, la obra El Palacio de Cristal (1851 d.c.), dejó sorprendentes resultados, que junto a la modulación de los materiales, fue el primer proceso de prefabricación y ensamblado en tiempo récord, donde uno de los protagonistas fue el vidrio como material para envolver la edificación.

Gracias a esto como precedente empezó la aparición de nuevos materiales; tal es el caso del acero y el concreto armado. El acero permitió que sea posible la construcción de los primeros edificios verticales con una estructura que no dependa de apoyo de muros, que tal como hoy en día lo conocemos como un sistema aporricado, que es una manera rápida y eficiente en la construcción. Sin dejar de lado al concreto armado, tan importante como el uso del acero, este ha sido un material capaz de ser llevado a su límite, tanto en resistencia como la gran capacidad de cobertura por no decir que este es utilizado en todo el mundo y que sigue evolucionando. Uno de los mayores iconos a nivel mundial dejando muchas obras extraordinarias es el caso de Félix Candela (Madrid, 27 de enero de 1910 - Durham, Carolina del Norte, 7 de diciembre de 1997), conocido por la creación de estructuras basadas en el uso extensivo del paraboloides hiperbólico.



*Figura 3. L'Oceanografic (Oceanográfico), en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia por los arquitectos Félix Candela y José María Tomás Llavador, y los ingenieros Alberto Domingo y Carlos Lázaro, representa los diferentes hábitats marinos (mares y océanos) en una superficie de unos 110 000 m<sup>2</sup>. Tomada de (Gabaldón, 2011).*

La historia de la vivienda ha ido cambiando de manera abrupta, desde las cuevas de los cavernícolas ancestrales o casas fabricadas a base de paja y tierra con duración de más de cien años, hasta el hecho de que hoy en día se puede utilizar la impresión en 3D para la construcción completa.



*Figura 4. Gaia, primera vivienda impresa en 3D con material ecológico (arroz y tierra), desarrollada por la compañía WASP. Tomada de (WASP, 2019).*

Naturalmente, aspectos como el tiempo, el terreno, los materiales y equipos disponibles, técnicas de edificación, el momento histórico con relación al arte, entre otros factores como: clase social o la cantidad de dinero a disposición han sido claves para la

construcción de una vivienda.

La evolución de la vivienda no solo se basa en las necesidades internas de la persona, sino también, en su capacidad de adecuarse al entorno en donde son construidas; es por esto que en los lugares en el que las altas temperaturas son insoportables, las habitaciones son colocadas frente a un área libre para que de esta manera circule aire y climaticice cada una de ellas. En cambio, en las zonas frías, las casas normalmente son compuestas de muros gruesos para que de esta manera contengan el calor.

*Tabla 1.*

*Cronología histórica y evolución de la construcción*

<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
<b>10 000 a.C.</b>	Se utilizan materiales naturales. Madera, arcilla, ladrillos de abobe para casas y graneros.
<b>4800 a.C</b>	Se utilizan megalitos en tumbas y templos. (Stonehenge, Gran Bretaña)
<b>4200 a.C.</b>	El Dolmen se utiliza para cubrir tumbas cerca de los hogares. (Country Clare, Irlanda).
<b>3200 a.C.</b>	Los asentamientos evolucionan en formas, materiales y sistemas constructivos (SkaraBrae. Reino Unido). Cultura Sumeria en Mesopotamia. Se construyen los Zigurats. Materiales: piedra, adobe.
<b>3100 a.C.</b>	Cultura Egipcia. Se construyen las pirámides de Giza. Materiales: piedra, adobe, madera.
<b>3000 a.C.</b>	Las tumbas y templos alcanzan proporciones monumentales. (Tumba de Menga. Antequera, España).
<b>1800 a.C.</b>	Se utilizan nuevos materiales y herramientas (Edad del Bronce). Las casas evolucionan en su función y distribución
<b>1200 a.C.</b>	La cultura Olmeca se establece en el Golfo de México. Construyen las primeras ciudades de Mesoamérica.
<b>776 a.C.</b>	Cultura Griega. Se construye la Acrópolis. Materiales: piedra caliza, mármol.
<b>750 a.C.</b>	Cultura Romana. Se funda la Ciudad. Se construye el Coliseo. Materiales: piedra caliza, mármol.
<b>312 d. C.</b>	El emperador Constantino ordena la construcción de Iglesias cristianas, surge la arquitectura Paleocristiana.
<b>330 d.C.</b>	Bizancio es la nueva capital de Roma, se construyen templos monumentales, surge la arquitectura Bizantina
<b>790 d.C.</b>	Se construyen los primeros monasterios en Alemania, posteriormente en España. Surge el Románico temprano.

<b>1140 d.C.</b>	Se construye la abadía de Saint-Denis en Francia. Surge “la arquitectura de la luz”. La Gótica
<b>1420 d. C.</b>	Se retoman las teorías estéticas de de la antigua Roma y del libro de Vitrubio “De Architecture”
<b>1550 d.C.</b>	Surge en Italia el Barroco, estilo arquitectónico cargado de ornamentación, luz, color y texturas.
<b>1640 d.C.</b>	Arquitectura Neoclásica. Surge en Francia después del Barroco. Arquitectura regresó a los estilos clásicos de una manera monumental
<b>1750 d. C.</b>	La Revolución Industrial. Surge la máquina de vapor, la producción en serie. Se utiliza Acero y Concreto.
<b>1850 d.C.</b>	Siglo XIX. Arquitectura Industrial, el Funcionalismo y Bauhaus, Movimiento Moderno.
<b>1980 d.C.</b>	Debido a los grandes avances en Tecnología surge la Arquitectura High Tech y los arquitectos que empiezan a utilizar programas informáticos en los proyectos desde 1984 – 1985.
<b>2002 d.C.</b>	Aparece el desarrollo BIM en proyectos de viviendas y edificios que empieza a utilizarse desde Auto CAD. Los grandes despachos de arquitectura se sumergen en sus posibilidades.
<b>2013 d.C.</b>	Aparece la arquitectura paramétrica y adaptativa donde los proyectos, junto con el BIM, se adaptan a los espacios de forma automática

---

Fuente: La evolución de la construcción a través de la historia de la humanidad. Tomada de (OVACEN, 2016).

Ya mencionado anteriormente, uno de los factores clave para la construcción de una vivienda es la disponibilidad para invertir en ella, como sabemos, vivimos en una realidad en la que existe desigualdad económica por referirme a la pobreza, siendo las personas de este sector las que se obligan a improvisar viviendas con los pocos recursos que tienen, sin embargo, no son aptas para salvaguardar su salud por las condiciones en las que están hechas. Esto se ha hecho más notorio por el crecimiento de la población, y disminución económica individual.

En el Perú como en otros países del mundo, la construcción también ha ido evolucionando, iniciando desde la cultura preincaica, donde el adobe y la piedra fueron los materiales de construcción principales para sus viviendas. La piedra se trabajaba con alta precisión y exactitud para que al ser superpuestas unas con otras no dé cabida entre las

uniones; trabajo que puede ser apreciado en la actualidad. Cuando se edificaban fortalezas utilizaban piedras de importantes dimensiones, y en los palacios se componían de menor dimensión, pero siempre con el mismo acabado. Posteriormente, en la cultura inca las viviendas solo constaban de una sola planta y su tipo o material por el que estaban hechas dependía de si vivían en la costa o sierra.

Cuando llegó la época del virreinato, las casas eran diseñadas con una influencia peninsular, en especial andaluza de uno o dos pisos con un zaguán de ingreso, siendo parte la fundación de las primeras ciudades sobre los asentamientos nativos, en fecha 18 de enero de 1535, en el valle del río Rímac se encuentra la nueva capital del virreinato del Perú, conocida también ciudad de los reyes.

Ya en el Perú republicano surgieron las viviendas bifamiliares que normalmente constaban de dos plantas con una vivienda completa en cada una y entradas independientes; por tener la peculiaridad de ser construida por un sistema sobre postes, también es conocida como casa sobre pilotes, casa sobre postes o casa sobre zancos. Poco después surgieron las quintas o quintas de recreo que, aunque en el contexto urbanístico represente distintitos significados según la región o país, guarda relación con bienes inmuebles.

Alcanzado el siglo XX por la necesidad de encontrar soluciones a la preocupación higiénica, el confort y el crecimiento demográfico, la arquitectura se adaptó para dar dichas soluciones cada vez más legítimas. Junto a esta nueva modernización, empieza la aparición de novedosos materiales de construcción como el hormigón o el vidrio y el surgimiento de movimientos como el racionalismo arquitectónico.

Entre los años 1919 y 1950, la arquitectura “moderna” se identificaba como arquitectura de vivienda por la necesidad de mitigar los problemas de migración al interior del país, por lo que fueron pioneros en eliminar lo tradicional y crear obras que respondían para un uso destinado a una arquitectura “racionalista”. Estando de lado el proceso de

industrialización, decayó la importación de materiales europeos que es su lugar optaron por el acero, concreto y vidrio. En el proceso de expansión y cambio de las ciudades más importantes como Arequipa, Trujillo, Piura y Cuzco, predomina el urbanismo figurativo. Pero en el tema de la vivienda, los Barrios Obreros de la Beneficencia Pública y el trabajo de la Junta Pro Desocupados. La idea de la planificación urbana según el movimiento moderno es perjudicial para muchas ciudades, ya que intenta resolver solo los problemas funcionales más básicos de la ciudad sin abordar los problemas culturales, económicos y sociales.

En el caso de la ciudad Cajamarca, también pasó por un proceso evolutivo similar como en el centro del Perú, solo que adecuado arquitectónicamente a las adversidades ambientales como las altas precipitaciones. Por lo que las primeras viviendas estaban construidas de adobe, material compuesto de tierra y paja, que llegaban a solo dos niveles. Y posteriormente con la llegada del material noble que conocemos por el uso del ladrillo cerámico y concreto armado, se produjo la albañilería confinada, que es en la actualidad, el método constructivo conocido hasta el día de hoy más común para la edificación de viviendas unifamiliares dejando casi en su totalidad del uso del adobe.

Por las características de la edificación, en algunos casos los elementos estructurales de concreto armado no presentan simetría en su geometría ni en la distribución del acero de refuerzo, por tanto, se debe verificar sus propiedades resistentes de acuerdo con la ubicación en que se encuentren, para satisfacer el cumplimiento de los requerimientos del Reglamento Nacional de Edificaciones. (Mendoza Neyra, 2010, p.14).

También describe qué, para el análisis estructural es necesario buscar una cimentación que soporte las cargas más desfavorables establecidas por análisis estructural y

estas se deben transmitir sobre el terreno sin que sobrepase su capacidad de carga última en el terreno y que el asentamiento resultante se encuentre dentro de los límites tolerables.

La mayoría de las viviendas de albañilería confinada son edificadas de modo informal, lo que posteriormente llega a generar fallas en el funcionamiento estructural y de instalaciones. Según la investigación brindada por Alex Quiróz Vásquez – 2014; *“Evaluación de los efectos en la construcción de viviendas informales de albañilería en el sector Fila Alta, provincia Jaén – Cajamarca”*, el cual se adapta perfectamente a la situación en la ciudad de Cajamarca, se tomaron como muestra a 15 viviendas las cuales presentan fallas emitidas in-situ dejando en evidencia la deficiente calidad de mano de obra, cercos alféizer y tabiquería no aislados en la estructura principal con 53% incidencia que deja en evidencia a constructores empíricos que hacen uso de herramientas poco especializadas para su objetivo.

Se encontró que el 100% de la muestra de las viviendas estudiadas presentan defectos y errores cometidos en la construcción, por no contar con planos, ni asesoramiento profesional y por la limitación de recursos económicos. (2014, p.x).

Esta investigación se basa en proponer la aplicación de un sistema de construcción con nueva tecnología, donde las viviendas sean a menor costo, tiempo y que impacte positivamente en la economía de Perú, la mayoría de proyectos de construcción específicamente de viviendas son destinados principalmente para la población de clase media y baja por medio de programas sociales. Por esta situación se sugiere utilizar sistemas constructivos innovadores por empresas constructoras líderes en el mercado de construcción peruano para reemplazar a los métodos constructivos tradicionales con el fin de disminuir costos, aumentar la productividad y la rapidez en la construcción de viviendas; sin embargo, aún existen barreras que impiden su uso en la mayoría de zonas del Perú, siendo una de las

más relevantes la elevada inversión inicial para emplear este tipo de sistemas constructivos, lo que implica que el cliente prefiera una construcción convencional no controlada, la cual genere desperdicios y costos innecesarios, es fundamental demostrar la factibilidad del uso sistemas altamente industrializados constructivos innovadores, enfocándonos en la propuesta del empleo de sistemas constructivos de módulos tridimensionales como viviendas estables, de esta manera se busca disminuir la informalidad en la construcción y que la mayoría de empresas constructoras peruanas consideren el uso de sistemas constructivos innovadores como su principal opción y reduzcan costos en obras civiles, comparando la parte económica y técnica, además en la elección por parte de una empresa constructora en el sistema constructivo más conveniente para un proyecto en base a aspectos comerciales, ambientales, estructurales y de seguridad. “Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular” (Chang, Marco, 2014).

El análisis comparativo presupuestario entre sistemas constructivos para proyectos de un solo nivel, el costo total (incluyendo costos indirectos) por m<sup>2</sup> S/.1.613.70 del uso de un sistema constructivo de módulos tridimensionales del parecido al costo total por m<sup>2</sup> de la aplicación de un sistema constructivo convencional S/.1.583.80 por lo tanto se demuestra que a pesar de su gran costo inicial, este sistema es rentable a largo plazo. (2014, cm).

Por estudio realizado, el rendimiento es uno de los principales factores que afecta directamente al presupuesto, por ello en el trabajo de investigación *“Mejora del rendimiento de proyectos de construcción mediante la aplicación de tecnología de Identificación de Radiofrecuencia en una cadena de Suministro de Proyecto”* su objetivo era de cómo aplicar la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) en la cadena de suministros de proyectos de construcción centrándose en el impacto del rendimiento. La tecnología RFID

normalmente es utilizada en el sector industrial y también como base para el sector construcción, aunque muchos de estos se centraron en la viabilidad técnica de su uso y solo ampliaron la viabilidad técnica de posibles ahorros de costos.

Se realizaron simulaciones del modelo típico para demostrar el efecto en el rendimiento del proyecto mediante la aplicación de la tecnología RFID. También se estudió un proyecto de construcción del mundo real y se examinó el efecto real de la aplicación de la RFID y la cadena de suministro de la construcción en consecuencia. Luego de ello, se llegó a la conclusión de que la tecnología RFID proporcionaba información oportuna sobre la disponibilidad de materiales y mejoraba el rendimiento de la cadena de suministro a tiempo, además de que podía mejorar el rendimiento del calendario del proyecto de construcción. (Wang, 2017, p.xi).

En el 2019 a causa del fuerte sismo de magnitud de 8.0 en Loreto el 26 de mayo (Andina, 2019), dejó a un total de 140 familias damnificadas en la provincia de Cajabamba, región de Cajamarca en el que el gobierno hizo entrega de módulos temporales de vivienda, los cuales contienen dos habitaciones y un ambiente multiusos con ventanas de vidrio y disponiendo de instalaciones eléctricas. Pero si somos capaces de realizar una mayor inversión, se puede ser capaz de realizar una vivienda que brinde las necesidades principales y sea habitable a largo plazo.

En la actualidad, se observa a través de la experiencia propia o por los medios de comunicación, la mala situación y una deplorable condición de vida de la población que se encuentra en la clase extremadamente pobre o pobre, que como ya mencionado, se alcanzó en un 45.7% en la zona rural y el 26% en la población urbana según lo registrado por el INEI en el 2020. Motivado a ello, se han ido desarrollando diversos proyectos inmobiliarios que puedan mejorar esta condición, como es el caso del “Proyecto inmobiliario de viviendas

unifamiliares Las Praderas de Lurín: análisis, diseño y construcción en albañilería” basado en un diseño estructural de una vivienda de dos niveles por el método de la albañilería confinada.

## **1.6- MARCO TEÓRICO**

En comparación al concepto de la ciencia, la tecnología se encuentra más cercana a la humanidad en el que somos conscientes que dependemos de ella de manera permanente evidenciando en los diferentes campos que llegamos a conocer, en el que demuestra la capacidad de reducir el tiempo de los procesos, de la misma manera que es efectiva. Aunque también se le adjudica el distanciamiento entre las personas junto a la “despersonalización” y su rechazo al estilo de vida y el medio ambiente. Conocemos bastante sobre la tecnología, qué es capaz de curar y a la vez hace daño, capaz de educar y también desinformar, como muchas de las situaciones, tiende a ser un arma de doble filo. Pero, aunque se perciba a la tecnología como algo novedoso, siempre ha sido un recurso desde el momento en el que un homínido uso como herramienta un trozo de madera con el que le sirva para defenderse, o arma para matar y obtener provisiones. En definición, la tecnología no es más que la utilización de la ciencia para encontrar solución a problemas específicos, que compone un conjunto de conocimientos científicamente ordenados para diseñar y crear bienes y servicios que sean capaces de facilitar adaptarse a un ambiente.

La construcción de por sí, se trata del arte o técnica de crear infraestructuras; aunque en un sentido amplio, trata también del proceso antes que esté concluido, en el que se dispone de un proyecto y planificación. El proceso de la construcción pasa por dos principales etapas; la primera es la documentación, el cual normalmente es redactado por ingenieros y/o arquitectos que contiene básicamente, la memoria, el presupuesto y los planos; como segunda etapa esta las fases de la obra, en que va la ejecución de las partidas previamente elaboradas en el proceso de documentación, implicando como: la implementación de casetas

en obra, preparación del terreno, la cimentación, estructura general y demás.

Al combinar tecnología y construcción, da como resultado la “tecnología en construcción” que se define según Virgilio A. Ghio Castillo y Roberto Bascuñan Walker como “la combinación de los métodos constructivos, los materiales y equipos, el personal, los procesos constructivos, y las diferentes interrelaciones que definen la manera como se realiza una determinada operación en la construcción”.

Los sistemas constructivos están compuestos por unidades estructurales que son realizados con materiales específicos y/o especiales, que se relacionan entre sí, para realizar una construcción usual. Estos sistemas constructivos demandan un diseño estructural, para que cada elemento cumpla su función de rigidez y resistencia. Los tipos de sistemas constructivos son conjuntos de elementos que pueden ser en cuanto a: materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de obra civil en particular, un ejemplo claro, de elemento es el “ladrillo”. Esta pieza permite levantar muros, hacer losas de pisos y techos.

La “inversión” según el término, se entiende como la acción de postergar el beneficio inmediato del bien invertido para obtener un beneficio probable. En el aspecto económico, se define como la cantidad limitada de dinero confiada a tercero, de una empresa o conjunto de acciones, que por objetivo llegue a incrementar las ganancias que genere el proyecto. La inversión se compone por tres factores: el rendimiento esperado o la visión de ganancia, el riesgo esperado, que es la probabilidad de obtener una ganancia esperada y el horizonte temporal o lo que percibimos que se obtendrá.

El sector de la construcción en Perú es una de las actividades económicas más importantes, debido a que lo largo de los años ha sido una referente en el bienestar económico, por varias razones: generación de empleo constante en mano de obra, participación de varias industrias, crecimiento de otros sectores económicos.

En el último informe del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, se muestra que en el periodo de enero a setiembre del 2014 el sector de la construcción creció en 0.96% respecto a su similar periodo del año 2013, reflejado en el aumento del consumo interno de cemento en 2.38%, en cambio, la inversión en el avance físico de obras cayó en 3.53%. El aumento del consumo interno de cemento se sustentó en la mayor inversión en obras en las empresas mineras como el Proyecto Mineros Las Bambas en Apurímac; obras en el Molino 8 encargada de la molienda de cemento del centro poblado de Condorcocha en Junín y la minera Iscaycruz en Lima; así como también obras de edificios de viviendas, centro empresarial Euro, edificio Moon-ICI, condomio Panoramic, Lima Central Tower-Proyecto Derby, etc.

El índice de la producción en febrero del 2020, en el sector construcción registró un aumento de 5,14%, debido al mayor consumo de cemento en 3,99% y del avance físico de obras públicas en 11,55%. El aumento del consumo interno se debió a la ejecución de obras de construcción en centros mineros, obras de viviendas multifamiliares, centros comerciales, trabajos de reparación e instalación de postes, torres eléctricas, subestaciones y líneas de transmisión eléctrica. También en esa fecha la serie con ajuste corregido y estacional registró un incremento de 0,51% respecto al mes anterior. Ver figura 5.

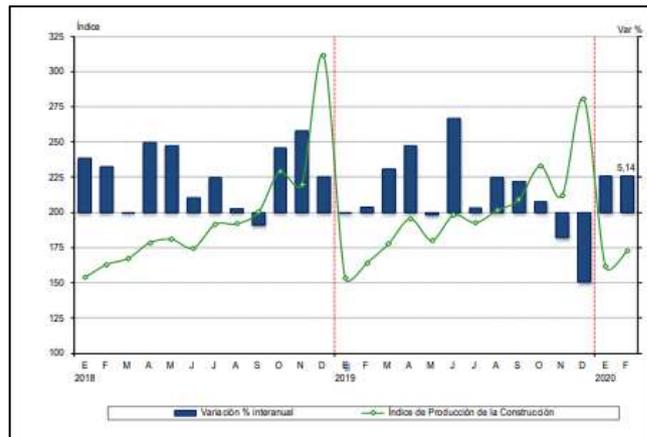


Figura 5. Índice de la Producción de la Construcción Año base 2007. Índice y variaciones interanuales Enero 2018-Febrero 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

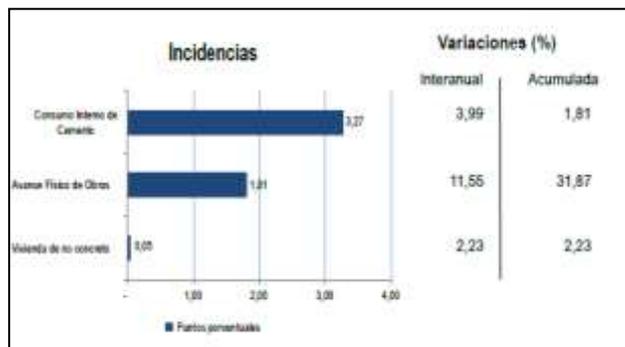


Figura 6. Índice de la Producción de la Construcción Año base 2007. Según la actividad Índice y variaciones interanuales Enero 2018-Febrero 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

El Sector Construcción está entre los más importantes de los que aporta en la dinamización de la demanda interna y el empleo en el país pese a que, las medidas restrictivas en contra del covid-19 en el 2020, se registra un crecimiento en la tasa en este año. Según lo que afirma de la maestría en Gestión y Desarrollo Inmobiliario de la universidad ESAN Justo Cabrera que “El sector construcción es un magnífico aliado para el crecimiento del PBI del país. En pocas palabras, es un magnífico aliado del Estado para tener más recaudación y hacer más obras”.

Conforme al diario El Peruano, el líder de Proyectos de infraestructura de EY Law Perú, Juan José Cárdenas, afirmó que el país posee los medios necesarios para estimular la inversión de la infraestructura que se necesita.

“Se maneja la Ley de Contrataciones con el Estado; el esquema de gobierno a gobierno, que es inversión pública bajo normas de contratación privada; así como también las asociaciones público-privada (APP); y finalmente obras por impuestos, que en los últimos años no ha sido tan citado, pero se trata de un mecanismo interesante y que el siguiente gobierno también debería utilizarlo”, explicó. (2021).

Para que se lleve a cabo una inversión, es obligatorio tener un presupuesto que se entiende como la delimitación en términos de dinero de acuerdo a las condiciones del proyecto que será destinado y la que se espera conseguir al concluir en un tiempo determinado. Es por esto, que la expresión de carácter cuantitativo muestra a su vez gran consonancia en el plan de negocios y las estrategias que figura el desempeño de las empresas.

De acuerdo con el enunciado en el párrafo anterior, se puede indicar que el presupuesto en términos monetarios formula el plan de operación de una empresa o un emprendedor en particular; ya que, por medio de su composición, establece los medios y flujos financieros que se comprometerán a llevar a cabo en el proyecto durante todo el periodo establecido.

El presupuesto se puede clasificar en relación al período de tiempo, en dos tipos: a corto plazo y a largo plazo, el de corto plazo que no requieren de mucho tiempo y presupuestos a largo plazo son las más habituales, de acuerdo a la actividad de importantes empresas o por las políticas económicas del país.

Desarrollar un presupuesto es importante para un uso correcto de recursos con los que se cuenta, para que sean asignados de manera eficiente y empleados conformes con una

planificación. Así se tiene un control más fácil, para medir el riesgo respecto a sus objetivos, con el propósito de disminuirlo en lo posible y obtener resultados más favorables.

Una definición general de vivienda es: un espacio con la capacidad de ofrecer los servicios necesarios de confort y seguridad, pero en concepto, es una edificación que como función es dar resguardo y morada a los ocupantes, que se puedan proteger de las adversidades climatológicas y amenazas externas de eventos sísmicos. A la vivienda también se le conoce como: apartamento, domicilio, casa, aposento, hogar, lar, piso, entre otras.

Una vivienda “digna”, conforme a la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos la caracteriza por ser aquella que las personas o familias vivan con seguridad, paz y dignidad que se inscribe como un derecho de vida. La vivienda digna y adecuada, tiene que estar cimentada en espacios saludables para el humano y/o habitantes y equipados, en barrios urbanos o en sectores rurales que otorguen los servicios principales como el agua y la luz, que exista espacios de mediación que promueva la relación y comunicación vecinal y social, en el que sea posible el desarrollo familiar y personal que la misma sociedad exige.

El clima es parte importante para acondicionar la forma de la vivienda y los materiales con la que debe ser construida e incluso las funcionalidades que se desempeñan dentro. Los climas mayormente hostiles hacen que sea necesario un mayor aislamiento con el interior, lo que conlleva, a que las actividades normalmente se realicen en el entorno confortable y controlado de las casas, por otra parte, en los climas más templados o cercanos a este las exigencias de adecuación serán menores, y, por lo tanto, las actividades cotidianas se realicen fuera.

Comúnmente se solía admitir que una vivienda es destino para una sola familia, pero existen diferentes tipos de familia y hay viviendas que son ocupadas por más de una. Hoy por hoy, se suele utilizar el término de vivienda colectiva frente a vivienda unifamiliar al

referirse a edificaciones que contienen varias viviendas, en el que cada una es habitada por una familia. Además, debido a la situación económica actual nacieron las “viviendas compartidas”, que no es más que un uso comunitario por varias personas sin relación familiar.

En la construcción existen una variedad de viviendas unifamiliares que se adaptan a cada necesidad familiar. Los tipos de viviendas se identifican entre cada una por la independencia que ofrecen. Los tipos de viviendas unifamiliares son:

**Vivienda unifamiliar aislada:**

Esta vivienda se define: como una vivienda que no está en contacto físico con ninguna otra vivienda vecina. Este tipo de casa está aislada por un terreno que pertenece a la misma vivienda, además ofrece independencia a la familia que la ocupa. Las viviendas aisladas necesitan de más terreno para construirse, por eso suelen disponer de jardín privado, patio y piscina. Normalmente este tipo de viviendas no se encuentran en los centros de las ciudades, suelen ubicarse en las afueras. Es ideal para familias grandes que hacen mucha vida fuera del exterior de la vivienda.

**Vivienda unifamiliar pareada:**

Este tipo de vivienda comparte paredes. Su distribución interna es completamente independiente pero exteriormente comparten muros. Al igual que en la vivienda unifamiliar aislada, esta también dispone de jardín independiente e incluso algunos con piscina, esto depende del tamaño del terreno. Es ideal para familias que quieran tener cierta independencia y a su vez les guste tener una comunidad de vecinos cercana.

**Vivienda unifamiliar adosada:**

Este tipo de casas se podría confundir con las viviendas pareadas. Su principal diferencia es, que estas viviendas están en contacto por ambos lados con las edificaciones

vecinas. Disponen de área exterior pero es más pequeña que en los dos casos anteriores (aislada y pareada). Este tipo de viviendas tienen sus ventajas y desventajas. No se tiene independencia, por tener muy cercanos a los vecinos.

### **Ventajas e impacto de las viviendas unifamiliares:**

Las principales ventajas de las viviendas unifamiliares en comparación a otros tipos de viviendas son: la tranquilidad y la independencia, con respecto a las grandes edificaciones de viviendas. Asimismo, facilitan mucho la vida en el exterior, gran ventaja para las relaciones sociales. El impacto medioambiental es mucho menor respecto a otras construcciones. También, requiere una infraestructura mucho menor y no generan tanto tráfico de vehículos.

El sistema SMDL (Sistema de Muros de Ductilidad Limitada) En Perú y Colombia poseen un comportamiento análogo a la aceptación de este método. Tomando en cuenta que existe un reemplazo al sistema de tradicional, cada vez está más presente el SMDL, ahora se implementa para la construcción de viviendas unifamiliares y edificios.

En el año 2013 Quiroz, Maruyama y Zavala, efectuaron un trabajo de investigación acerca de cómo era el comportamiento cíclico de los muros de corte de poco espesor de concreto armado en gran escala y también realizaron una simulación numérica de sus elementos. Todo lo hicieron tal cual como lo hacían en los edificios en Lima, concluyendo que el comportamiento de un componente dúctil como el acero, más una malla electrosoldada, de una forma bien distribuida podría tener un buen comportamiento ante movimientos sísmicos al disminuir la carga de soporte, pero igual conserva algo de rigidez estructural, por ser un muro.

## **1.7- JUSTIFICACIÓN**

La pobreza en el departamento de Cajamarca, según estudios estadísticos realizados por el (INEI), tuvo un marcado incremento de 20.2% en 2019 a 30.1% en 2020, este aumento fue producto de las restricciones de las actividades económicas debido a la pandemia. En seguida, la pobreza en Cajamarca siguió aumentando de 38.0% a 42.5% en el mismo periodo. Con estos datos, la región se ubicó como la quinta con el mayor nivel de pobreza en el Perú en el año 2020. La mayoría de su población no cuenta con recursos necesarios para tener una calidad de vida adecuada, ni tampoco cuentan con capacidad económica y financiera para la adquisición de una vivienda propia con bienestar y confort, esto también se ve limitado por lo costosa y por el tiempo tan amplio de construcción.

Esta tesis tiene por objetivo investigar nuevas tecnologías para la construcción de viviendas unifamiliares a comparación de las que son utilizadas actualmente en la ciudad de Cajamarca, que sean capaz de lograr disminuir la inversión presupuestal. Como consecuencia, otorgar opciones alternas que permitan la construcción una vivienda digna estando al alcance de personas de bajos recursos económicos, proporcionando calidad, seguridad y confort. Y que de esta manera se logre reducir las edificaciones de viviendas informales que no garantizan los mencionados adjetivos y genera un posible riesgo para la salud física del habitante, a través del empleo de nuevas tecnologías en cuanto a: equipos, materiales o procesos constructivos.

Por medio de la recolección de información se tomará una tecnología previamente utilizada internacional y nacional que aporte una disminución presupuestal a la economía de la ciudad de Cajamarca en el ámbito de la construcción de Obras Civiles, donde se demuestren nuevas tecnologías constructivas para la construcción de viviendas unifamiliares y así mejorar los costos de manera que proporcionen a las personas seguridad y buena calidad

de vida.

En los procesos constructivos innovadores de esta investigación se debe tomar en cuenta otros parámetros para ser medidos al momento de proponerlos para la construcción de las viviendas, los cuales son: calidad, rendimiento, equipos, disponibilidad, mano de obra, eficiencia, efectividad y materiales, cotejando los procesos constructivos innovadores a través de la evaluación de costos de estos.

## CAPÍTULO II.

### 2.1- MÉTODO

La investigación tiene como propósito indagar sobre métodos innovadores en la construcción de viviendas unifamiliares como el proceso constructivo, equipos, materiales; mano de obra; así mismo, proponer el proceso constructivo más eficiente y de bajo costo para que permita reducir el presupuesto económico de la ciudad de Cajamarca, directa o indirectamente para cuantificar el costo en (Soles); por esto la hace ser una investigación del tipo mixta y aplicada a un nivel descriptivo.

#### Diagrama de Diseño de Investigación

Diseño no experimental debido a que no existe manipulación de las variables. Y es de tipo transversal porque se mide una sola vez las variables y con esa información se realiza el análisis. Diagrama de investigación. Figura 7.

Diagrama de Investigación

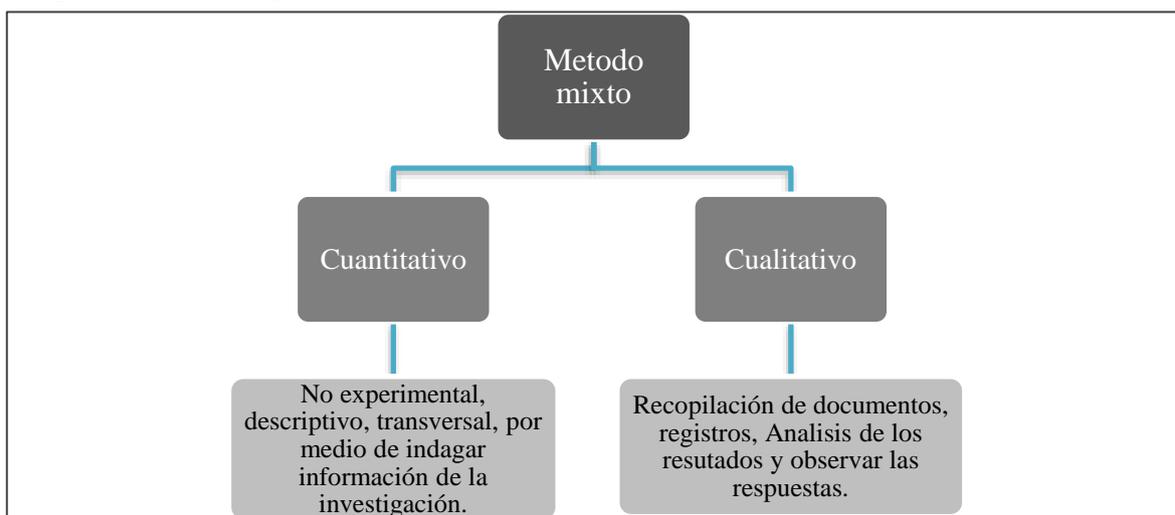


Figura 7: Diagrama de Diseño de Investigación

#### Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

### **Unidad de Estudio**

Nuevas Tecnologías en construcción.

### **Población**

La población estuvo representada por nueve (09) nuevas tecnologías en construcción de viviendas unifamiliares.

### **Muestra**

La muestra representativa de la investigación se realizó para cuatro (04) nuevas tecnologías de construcción de viviendas unifamiliares y se compararon: calidad, rendimiento, materiales, equipos, mano de obra y con el sistema tradicional se comparó los costos.

### **Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

La recopilación de datos e información serán artículos de investigación en diferentes métodos de construcción que utilizan nuevas tecnologías. Estos sistemas innovadores tienen que ser reales y verídicas que se han ido utilizando en diferentes partes del mundo dando resultados favorables para economizar el presupuesto de la población.

La técnica de recolección de información será como ya se ha mencionado anteriormente, en donde se tome tecnologías previamente utilizadas a nivel internacional y nacional y que aporten a la economía de la ciudad donde se esté implementando, además se pueda usar como referencia en el presupuesto de Cajamarca en el ámbito de Obras Civiles, que ofrezcan un mejoramiento constructivo y a su vez garanticen una buena calidad de vida.

Las herramientas a utilizar en este trabajo de investigación, se basan en toda información recolectada referente al tema que sea encontrada en artículos, revistas, libros, proyectos realizados en diferentes partes del mundo y a nivel nacional, la cual sea cierta y confirmada por fuentes reales y confiables, con aplicaciones previas satisfactorias.

Entre los sistemas constructivos innovadores para la construcción de viviendas unifamiliares se mencionan nueve tipos, los cuales son los siguientes: Sistema de casas prefabricadas Llaxta, sistema constructivo Royal Building System (RBS), Sistema constructivo Global Housing Solutions (GHS), sistema de construcción modular, sistema constructivo de techos de vigas conformado y casetones, sistema constructivo de edificaciones modulares, mejoras introducidas en el sistema de construcción integrado de perfiles para paredes verticales modulares de PVC extrudados, sistema de muros de ductilidad limitada SMDL y el sistema constructivo "panel-panel" para la fabricación de viviendas.

A continuación se describe los nueve sistemas constructivos innovadores:

#### **Sistema de casas prefabricadas Llaxta:**

Se refiere a la construcción de módulos prefabricados de concreto armado los cuales se acoplan entre sí por módulos y se conectan por medio de anclajes metálicos y así formar unidades de vivienda unifamiliar de uno y dos niveles. Los módulos son fabricados en una planta al pie de obra, se transportan con grúa a su ubicación final y ensamblados con conectores metálicos.

Se puede concluir que el diseño y los procedimientos para la construcción de esta clase de viviendas convierten a esta tecnología en una elección altamente competitiva con respecto a la construcción tradicional, debido a que reduce de manera considerable los tiempos de ejecución. Asimismo, permite estimar y calcular de forma confiable el uso de materiales, así como todos los parámetros que intervienen en el proyecto, por ende, los costos y la rentabilidad del mismo.

#### **Sistema constructivo Royal Building System (RBS):**

Este sistema es combinación en cuanto a materiales de polímeros reforzados (PVC). Consiste en procesos de extrusionado, en base a una producción industrializada con el fin de obtener paneles de diferentes secciones que, a través de su colocación, conforman los muros de cerramiento exteriores e interiores, los cuales posteriormente se rellenan de concreto liviano o estructural según la función del mismo y de esta manera permiten la solidez estructural y monolítica necesaria. Se completa el “Kit” en revestimientos exteriores de vinilo y aislación de poliestireno expandido, marcos de puertas, ventanas y accesorios adicionales de terminación como contramarcos, zócalos y otros, todos ellos fabricados en PVC reforzado. Los componentes del sistema RBS, representan entre un 40 a 60% de la construcción total, luego se completa de forma tradicional o combinando otros sub-sistemas como fundaciones, cubierta (si es tradicional), instalaciones, equipamiento y terminaciones en pisos y revestimientos. Es utilizado en edificaciones como vivienda, educación, salud, industria, comercio, y otros.

### **Sistema constructivo Global Housing Solutions (GHS):**

Este sistema constructivo está compuesto por un encofrado plástico de alta calidad relleno con concreto. Se destacan a través de una construcción rápida y una prolongada vida útil. Igualmente, cumplen con todos los criterios de seguridad. Son adecuadas para el uso de viviendas, para construcciones públicas como jardines de niños, escuelas, edificios de oficinas, hospitales y sanitarios públicos. Los equipos de construcción se prefabrican en la planta, se preparan para el montaje y se envían al sitio de obra. Las instalaciones de tuberías sanitarias y de electricidad se pre instalan en los perfiles plásticos en la planta. Los planos de construcción y montaje que se ponen a disposición permiten una veloz realización de los trabajos en el lugar. Se adapta a cualquier proyecto de construcción.

### **Sistema de construcción modular**

Este sistema utiliza módulos tridimensionales industrializados que establecen los espacios acondicionados de la edificación. Contienen un marco base; un marco de techo; soportes verticales como pilares; tabiquería interna; elementos de acabado; instalaciones de agua, luz, gas y otros equipos para su operación y servicios. Se caracteriza por tener una estructura principal para soportar los módulos tridimensionales, aumentando en altura, ya que los diferentes módulos tridimensionales se ensamblan en cada piso del edificio; manteniendo proporción en los elementos de arriostramiento, así como pilares y vigas de la estructura portante principal, completando los elementos de la fachada exterior. Se aplica en la construcción de edificios medios y altos de cualquier tipo de proyecto.

### **Sistema constructivo de techos de vigas conformado y casetones**

Se trata de un sistema de losa nervada perfeccionado con componentes prefabricados que se adapta a las necesidades de cualquier tipo de construcción; sus componentes ligeros hacen que su instalación sea rápida y sencilla, requieren poco apuntalamiento y reducen los residuos en la obra. Este sistema constructivo incluye los siguientes componentes: perfil de acero negro o galvanizado tipo C y perfil tipo delta de calibre 16 y 18; placa colaborante conformada en frío de acero galvanizado; casetón de poliestireno expandido y arcilla; malla electrosoldada de alta resistencia.

### **Sistema constructivo de edificaciones modulares.**

Se basan en una estructura de soporte metálica, que contiene un gran número de columnas metálicas intermedias y esquineras que se fijan en sus extremos inferiores para luego fijarlas a un perfil angular tipo c, que están en la cara del canal que comprenden una cantidad de placas de anclaje con fijaciones al concreto. Las columnas se proyectan verticalmente a una altura predeterminada en función de los niveles del edificio; a su vez a una diversidad de placas de cubiertas, aberturas de ventanas que están contenidas entre cada par de columnas verticales intermedias o de esquina, las placas están conectadas en forma

de lengüeta; por lo menos un marco de puerta formado por un perfil en forma de c, tiene un reborde visible que está unido a una columna para instalar una puerta; Y para el techo la estructura a dos aguas se une a la parte superior de estas columnas, con las intermedias en los lados del edificio más alto, que va disminuyendo gradualmente desde las columnas en el centro hacia las esquinas.

### **Mejoras introducidas en el sistema de construcción integrado de perfiles para paredes verticales modulares de PVC extrudados.**

Basado en un sistema constructivo optimizado con estructura propia y específica de tipo modular y en paneles específicos de composición híbrida como reemplazo directo de los muros convencionales tradicionales. Los perfiles modulares se fabrican mediante un proceso de extrusión y extrusión y representan un potente sistema modular que se puede ampliar sin construcciones adicionales, perfiles con vigas estándar y / o especiales que ofrecen más libertad en las formas de los proyectos, y finalmente un sistema flexible. Que se adapta perfectamente al resto de líneas de producto y aumenta el número de opciones gracias a la gran cantidad de perfiles y accesorios disponibles, incluyendo una serie de elementos diferentes con variables de configuración mecánica, siendo la unidad técnica funcional y corporativa del sistema.

### **Sistema de muros de ductilidad limitada SMDL**

Es un sistema estructural donde la resistencia a cargas sísmicas y gravitacionales, en ambas direcciones, viene dada por muros de concreto armado que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos significativos. Los muros son de espesor reducido, se eliminan los extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola fila. Los sistemas de piso son láminas sólidas o aligeradas que actúan como un diafragma rígido. Conjuntos estructurales de muros con ductilidad limitada.

### **Sistema constructivo "panel-panel" para la fabricación de viviendas.**

Este sistema constructivo combina elementos de concreto armado en paneles para muros y para techos soldados entre sí. Dicho sistema constructivo consiste en que la cimentación que se emplea es una losa simple, sobre la cual se ponen los paneles soldados entre sí, con puntos corridos de soldadura.

A continuación se muestra en la tabla 2. La Recolección de información de los nueve procesos mencionados como población de estudio de este trabajo de investigación, donde se indica el país donde se implementó el sistema constructivo, el año en que fue creado y el uso en viviendas unifamiliares.

*Tabla 2.*

*Tabla de recolección de información de los nueve procesos constructivo.*

<b>Sistema Constructivo</b>	<b>País donde se ha implementado</b>	<b>Fecha de creación</b>	<b>Aplicación en viviendas unifamiliares</b>
<b>SISTEMA DE VIVIENDAS PREFABRICADAS LLAXTA.</b>	Perú	Enero, 2012	Si
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO ROYAL BUILDING SYSTEM (RBS).</b>	Canadá / Colombia	Junio, 2019	Si
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO GLOBAL HOUSING SOLUTIONS (GHS).</b>	Alta Austria	Mayo, 2021	Si
<b>SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN MODULAR.</b>	Perú	Setiembre, 2013	Si
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO DE TECHOS DE VIGAS CONFORMADO Y CASETONES.</b>	Perú	Agosto, 2013	Si

<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES MODULARES.</b>	México	Agosto, 2011	Si
<b>MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN INTEGRADO DE PERFILES PARA PAREDES VERTICALES MODULARES DE PVC EXTRUDADOS.</b>	Brasil	Enero, 2011	Si
<b>SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA SMDL.</b>	Perú	Febrero, 2014	Si
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO "PANEL-PANEL" PARA LA FABRICACION DE VIVIENDAS.</b>	Perú	Julio, 2010	Si

---

Fuente: basada en la metodología de la investigación.

## 2.4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

### a. Indagación de información respecto al tema de investigación

Teniendo en cuenta que el avance tecnológico en los diferentes países en el mundo; la construcción es una de las más importantes, siendo prioridad para el progreso. De esta manera se busca proyectos de construcción previamente realizados, en los cuales se haya hecho uso de tecnología novedosa y moderna la cual puede ser adoptada a los métodos constructivos tradicionales y utilizados desde hace bastante tiempo. De este modo nos darán una amplia gama de posibilidades y tomar la mejor, con el propósito de llegar al tema de investigación.

#### **Materiales:**

- Computadora (Laptop)

- Word Office.
- Servidores de búsqueda online.

**Procedimiento:**

- Buscar información sobre tecnología implementada para la construcción de viviendas unifamiliares internacionales o nacionales que aún no están reguladas en norma y aporta en mejorar la economía de la ciudad de Cajamarca.
- Identificar la información obtenida la cual se adecue al objetivo del tema de investigación.
- Acumular la información obtenida relacionada al tema de investigación que cumpla en llegar al objetivo principal.

**b. Análisis de la información recaudada**

El análisis de la información acumulada se realizará a través de indicadores como la calidad, rendimiento o disponibilidad en el caso de equipos, descripción técnica, la disponibilidad, calificación de la mano de obra, eficiencia y efectividad, en el caso de los materiales y para los procesos constructivos, serán a través del seguimiento, control y evaluación de estos.

**Materiales:**

- Computador (Laptop)
- Word Office.
- Google Chrome.

**Procedimiento:**

- Seleccionar cuatro sistemas constructivos que sean los más eficientes y que sean representativos para arrojar resultados más reales, para ejecutar la construcción de las viviendas unifamiliares y que se puedan proponer para la construcción de viviendas en la ciudad de Cajamarca.

- Una vez seleccionados los sistemas constructivos se realizará comparaciones de los cuatro sistemas en cuanto a rendimiento, equipos, materiales, mano de obra y los costos con el sistema tradicional.
- Ventajas y desventajas de cada sistema constructivos para su implementación en la construcción de las viviendas en Cajamarca.

A continuación se menciona la tabla 3. Tabla de recolección de información de los nueve procesos constructivos en estudio con indicadores:

Tabla 3.

Tabla de recolección de información de los procesos constructivos con indicadores.

Sistema Constructivo	Calidad	Rendimiento	Equipos	Materiales	Mano de obra
<b>SISTEMA DE VIVIENDAS PREFABRICADAS LLAXTA</b>	Resistencia antisísmica, de entrega rápida	3 días	Equipo industrial, proceso de fabricación es monitoreado por un laboratorio	Acero de refuerzo, ductos para agua y luz, concreto de alta resistencia	Requiere mano de obra especializada
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO RBS(ROYAL BUILDING SYSTEM), AZEMBLA</b>	Comportamiento estructural, térmico, acústico, resistencia química, resistencia al fuego, impermeable	5 días	No requiere el uso de maquinaria pesada	Material utilizado es el Royalloy compuesto rígido con base de polímetro	No requiere mano de obra altamente calificada.
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO GHS (GLOBAL HOUSING SOLUTIONS)</b>	Durabilidad, sismo resistente, acústica, ecológico.	6 días	Equipos de construcción prefabricados en la planta	Concreto de alta resistencia, paredes de PVC llevan vaciado de concreto.	Requiere mano de obra especializada
<b>SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN MODULAR</b>	Sistema térmico y calidad acústica, ahorro de energía	15 días	Todos los módulos son fabricados en planta y transportados a obra	La madera, el acero y el hormigón armado son los materiales de mayor uso.	Requiere mano de obra especializada
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO DE TECHOS DE VIGAS CONFORMADO Y CASETONES</b>	Sus componentes livianos los hacen de fácil y rápida instalación, necesitando pocos apuntalamientos y reduciendo los desperdicios generados en la obra	15 días	Elementos prefabricados y ensamblado en obra	Perfil en acero negro o galvanizado de tipo c y perfil de tipo delta de calibre 16 y 18; placa colaborante de acero galvanizado conformado en frio; casetón de poliestireno expandido y de arcilla; malla electrosoldada de alta resistencia.	No requiere mano de obra especializada.
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES</b>	Consta de una estructura metálica de soporte conformada por varias columnas metálicas intermedias y de esquina, la	10 días	Elementos ensamblados en la obra	Estructura metálica, con medios de fijación.	Requiere mano de obra especializada.

<b>MODULARES.</b>	cuales comprenden en su extremo inferior medios de fijación sobre un perfil angular de base que tiene una forma de "c".				
<b>MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN INTEGRADO DE PERFILES PARA PAREDES VERTICALES MODULARES DE PVC EXTRUDADOS</b>	Sistema de construcción optimizado, con estructura propia y específica del tipo modular y con base en placas específicas de composición híbrida en sustitución directa de las tradicionales paredes convencionales.	8 días	Elementos ensamblados en la obra.	Los perfiles modulares son hechos por un proceso de extrusión y coextrusión, presentando un sistema modular de alto desempeño, posible de expansión, sin la necesidad de estructuras adicionales, perfiles hechos con rayos estándar	Requiere mano de obra especializada.
<b>SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA SMDL</b>	Es un sistema estructural donde la resistencia ante cargas sísmicas y cargas de gravedad, en las dos direcciones, está dada por muros de concreto armado.	11 días	Elementos ensamblados en obra.	Los muros son de espesores reducidos, se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una solo hilera. Los sistemas de piso son losas macizas o aligeradas.	
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO "PANEL-PANEL" PARA LA FABRICACION DE VIVIENDAS.</b>	Sistema constructivo combina elementos de concreto armado en paneles para muros y paneles para techos soldados entre sí. Este sistema constructivo consiste en que la cimentación que se emplea es una losa simple, sobre la cual se ponen los paneles soldados entre sí, con puntos corridos de soldadura.	9 días	Elementos soldados entre sí.	Concreto armado, soldadura de los paneles ente sí.	

Fuente: basada en la metodología de la investigación.

## **2.2- ASPECTOS ÉTICOS**

Conforme al tema de investigación, por ser un tema descriptivo, se requerirá del uso de información de diversas fuentes para lograr llegar al objetivo general, en el cual se respetará la privacidad de la información en caso de ser requerida. También, la información obtenida que se utilice en el tema de investigación, se rectificará su veracidad dejando al descubierto el nombre del autor o empresa, la fecha y procedencia utilizada como cita y referencia respetando el formato APA. Asimismo, el tema de investigación: “Nuevas tecnologías de construcción para disminuir la inversión presupuestal en viviendas unifamiliares de la ciudad de Cajamarca en el año 2021”, sirva de referencia para que aporte al sistema constructivo, métodos innovadores que garanticen economía y calidad de vida a los habitantes de Cajamarca.

Esta tesis se fundamenta: en la recolección, investigación e indagación de información, sobre el tema en estudio, por ser un tema documental. Por lo tanto; se hace necesario la revisión minuciosa de información bibliográfica, artículos de investigación, folletos, revistas, trabajos de tesis con temas similares, páginas web que sean realizados a nivel internacional y nacional, tomando en cuenta que serán mencionados los autores, siendo muy cuidadosos del origen del texto al cual se haga mención en la introducción, antecedentes, metodologías y demás capítulos que conforman el trabajo de investigación.

Se quiere realizar un trabajo ético y que además aporte a la investigación como un estudio que sirva para el seguimiento a otros trabajos a futuro a ser realizados y así poder aportar y dar recomendaciones que permitan incrementar información técnica a este tema de investigación de los sistemas constructivos innovadores.

## CAPÍTULO III.

### 3.1- RESULTADOS

#### 3.1 Descripción de los tipos de sistemas constructivos de viviendas unifamiliares.

Se realizará la comparación técnica de cuatro sistemas constructivos seleccionados para la construcción de casas unifamiliares, a continuación, se detallan cada uno:

##### 3.1.1 Construcción de viviendas unifamiliares con el sistema constructivo: Sistema de viviendas prefabricadas Llaxta.

En la planta de producción se realiza todo el proceso de fabricación de las casas Llaxta: ensamblaje de estructura, mezcla del concreto y vaciado de moldes.

Una vez fraguadas las piezas que componen la vivienda, salen de la fábrica y son llevadas para instalarse. A pleno rendimiento, la planta que tiene ubicación en la provincia de Ica en Perú, tiene una capacidad de producir tres casas completas al día. Todo el proceso es monitoreado permanentemente desde un laboratorio computarizado instalado en la misma planta.



Figura 8. Planta de producción Llaxta. Fuente: <http://www.llaxta.com>

El proceso de fabricación de una vivienda Llaxta, se elabora en planta la estructura, el vaciado y los moldes y se ensamblan de igual manera en planta, todos los elementos son prefabricados.



Figura 9. Proceso de fabricación de la casa Llaxta. Fuente: <http://www.llaxta.com>



Figura 10. Detalles del proceso de fabricación de la casa Llaxta. Fuente: <http://www.llaxta.com>

### **3.1.2 Construcción de viviendas unifamiliares con el sistema constructivo: Sistema constructivo RBS (Royal Building System), Azembla.**

El sistema constructivo RBS, consiste en acoplar una serie de paneles y accesorios en materiales termoplásticos para crear muros y cubiertas, en menor tiempo que un sistema tradicional, no requiere de mano de obra calificada, reduciendo el uso de maquinaria pesada y no genera desperdicios en obra. Dependiendo del proyecto puede utilizarse muros con espesor de 100 mm o 0,64 mm.

Los muros permiten que los perfiles puedan ser vaciados en concreto, como una formaleta por su diseño resistente y versátil, para construcciones permanentes o como una alternativa liviana usándolos en vacío como estructura metálica.

El sistema se puede complementar con la variedad de productos que ofrece de tejas, ventanas y cercas.



Figura 11. Detalles de la secuencia de construcción en obra. Fuente: <https://azembla.com.co/es/>

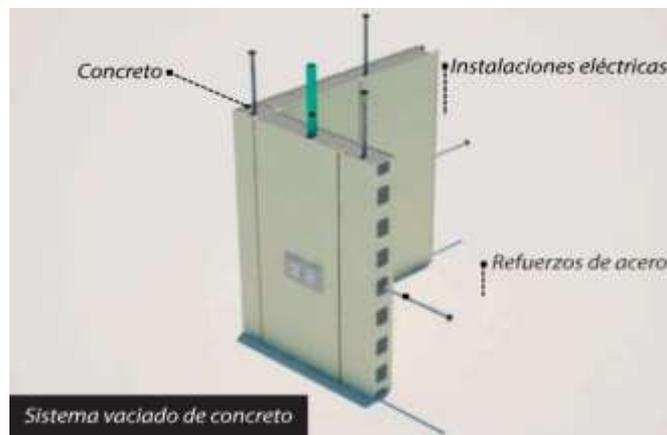


Figura 12. Detalles del sistema de vaciado del concreto en paredes. Fuente: <https://azembla.com>

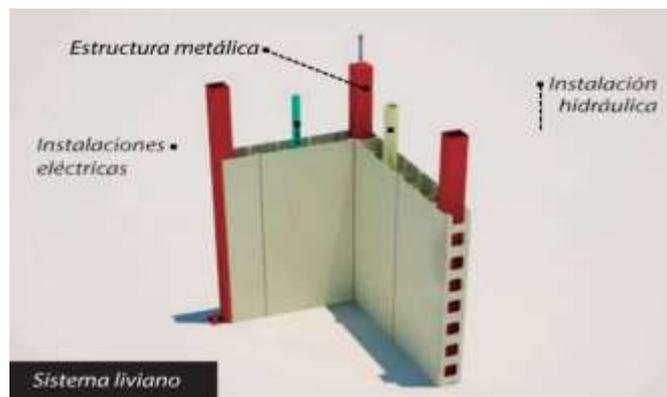


Figura 13. Detalles del sistema liviano con las instalaciones eléctricas, sanitarias y estructura metálica del concreto en paredes. Fuente: <https://azembla.com.co/es/>

Este se ajusta fácilmente a cualquier proyecto, adecuando la distribución de los espacios de manera que queden confortables. Permite construcciones unifamiliares y vivienda multifamiliar hasta 5 pisos. Se adapta a todo tipo de diseño

y clima, se le puede dar cualquier tipo de acabado, para vivienda social es una solución digna, confortable y estable a través del tiempo.



Figura 14. Casa unifamiliar construida en San Andrés 2016. Fuente: <https://azembla.com.co/es/>

### **3.1.3 Construcción de viviendas unifamiliares con el sistema constructivo: Sistema constructivo GHS (Global Housing Solution).**

Los elementos estructurales son prefabricados en la planta, se preparan para el montaje y se envían al sitio de obra. Las instalaciones de tuberías sanitarias y eléctricas se pre instalan en los perfiles plásticos en planta. Los planos de construcción y montaje se ponen a disposición permitiendo una rápida realización de los trabajos en el sitio de la obra.

Primero se prepara y se nivela el suelo, luego se coloca el acero de refuerzo, seguido de las tuberías sanitarias y a continuación se construyen los cimientos de concreto.



Figura 15. Detalles del proceso del marcado de las paredes en la cimentación. Fuente: <https://www.ghs-housing.com/es>

Una vez colocados los paneles de pared de PVC se unen a los cimientos. Como son módulos prefabricados, la construcción puede desarrollarse rápidamente. Para este tipo de trabajos no se hace imprescindible el uso de máquinas de elevación. Luego, los perfiles de pared se rellenan con concreto (a través de una bomba o de forma manual). Esto permitirá construir una vivienda maciza.



Figura 16. Detalles del vaciado de concreto en paredes. Fuente: <https://www.ghhousing.com/es>

Luego la estructura del techo puede ser de madera o metal, se cubrirá con paneles de techo GHS o materiales existentes como por ejemplo tejas. La construcción del techo podrá adaptarse a las condiciones del lugar. Finalmente se

instalarán las puertas y ventanas con las paredes diseñadas y preparadas para tal fin.



Figura 17. Detalles de colocación del tejado. Fuente: <https://www.ghs-housing.com/es>

La preparación del interior de la vivienda se llevará a cabo según las exigencias personales, se colocarán las piezas sanitarias, cerámicas y pisos. De acuerdo al gusto del personal, la superficie de PVC podrá dejarse como está o también podrá pintarse. Y finalmente, se conectarán la iluminación y los artefactos y el mobiliario, dejando todo listo para el ingreso.

En el sistema GHS, se utiliza de forma exclusiva PVC rígido sin plastificantes. Los estabilizadores térmicos del PVC, garantizan y protegen al producto de modificaciones debido al calor, los rayos UV, el agua salada o el aire con sal en regiones cercanas a la costa. Para zonas climáticas más frías GHS ofrece un aislamiento de poliuretano expandido en los perfiles exteriores de pared de PVC.



Figura 18. Detalles de pared con el espacio de la ventana. Fuente: <https://www.ghs-housing.com>

### **3.1.4 Construcción de viviendas unifamiliares con el sistema constructivo: Sistema de muros de ductilidad limitada SMDL**

El procedimiento constructivo para el encofrado de muros incluye los siguientes pasos: trazado de la zona a encofrado con las plantillas o escantillones, luego viene la colocación de las instalaciones sanitarias y eléctricas, se le aplica el desmoldante a los paneles y finalmente la colocación del encofrado nivelado y aplomado.

Según Yañez (2006), el sistema constructivo de muros de ductilidad limitada SMDL, se emplea en construcciones de estructuras de concreto armado compuestas por muros de carga y losas; estos dos elementos estructurales tienen espesores relativamente delgados en comparación con los del sistema constructivo convencional o tradicional. El elemento de los muros de carga, son también llamados muros de pared delgada o muros de corte, los muros son los principales elementos de estructurales de este sistema. Son los que aportan la resistencia de cargas laterales y miembros de transferencia de las cargas verticales. Los muros y las losas tienen casi el mismo espesor debido a que son elementos de concreto armado. Para mantener la

continuidad de los muros a lo largo de toda la edificación, se unen mediante mallas de acero, las cuales poseen extensiones extras de su acero en la parte superior. Las cuales son usadas para ajustar el acero de refuerzo de un muro ya realizado con el acero del muro nuevo.



*Figura 19. Vaciado de losa de cimentación (plateas). Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf>*



*Figura 20. Losa de cimentación terminada. Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf>*



Figura 21. Caja eléctrica y distribución de tuberías eléctricas. Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf>



Figura 22. Llave de agua al dpto. y distribución de tuberías de agua fría y caliente. Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf>



Figura 23. Traslado de formaletas y puntal luego del desencofrado. Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf>



Figura 24. Encofrado monolítico muros y losas. Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf>



Figura 25. Vaciado con bomba y vaciado con brazo telescópico Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf>

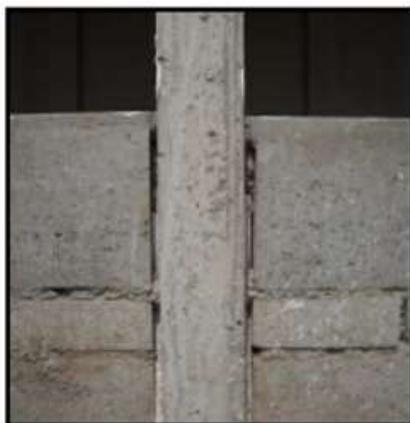


Figura 26.- Separación de  $\frac{1}{2}$ " con tecnopor entre MDL y Ladrillo y fachada con Ladrillo de concreto vibrado P-9. Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/GyM-Construccion-MDL.pdf>

### 3.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN

Luego de describir el procedimiento de construcción de los cuatro sistemas innovadores, se realizó una metodología de evaluación de los siguientes aspectos de cada sistema:

- **Evaluación comercial:** por medio de la matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de cada sistema).
- Evaluación técnica: se comparó los diseños de cada proceso constructivo. Por medio de tabla comparativa, Tabla 4 y por gráficas de las figuras 31, 32, 33 y 34 que indican porcentajes de materiales, equipos, mano de obra y rendimiento respectivamente.
- Evaluación económica: por medio de presupuestos de construcción de una vivienda unifamiliar de un área de terreno de 130 m<sup>2</sup>, para cada sistema constructivo, ver tablas: 6, 7, 8 y 9; teniendo como referencia un presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar por el sistema tradicional, ver tabla 5, luego se realizó una comparación de costos de los cuatros sistemas con respecto al sistema tradicional y con ese dato, se propone el de menor costo. Ver tabla 10.
- Evaluación del mantenimiento de las estructuras y acabados, ver tabla 11. Se comparan los cuatros sistemas en estudio.

#### 3.2.1 Evaluación comercial de los sistemas constructivos

En este análisis se evaluó cada sistema constructivo por medio de la matriz FODA, es una metodología que usan las empresas para determinar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Con la finalidad de encontrar factores estratégicos de cada sistema para eliminar las debilidades y amenazas, aprovechando las oportunidades y fortalezas de cada sistema

constructivo en estudio.

• **Matriz FODA para el sistema de viviendas prefabricadas Llaxta:**



Figura 27. Matriz FODA para un sistema de viviendas prefabricadas Llaxta.

• **Matriz FODA para el sistema constructivo RBS (Royal Building System):**



Figura 28. Matriz FODA para un sistema constructivo RBS (Royal Building System).

- **Matriz FODA para un sistema constructivo GHS (Global Housing Solution):**



Figura 29. Matriz FODA para un sistema constructivo GHS (Global Housing Solution).

- **Matriz FODA para el sistema de muros de ductilidad limitada SMDL**

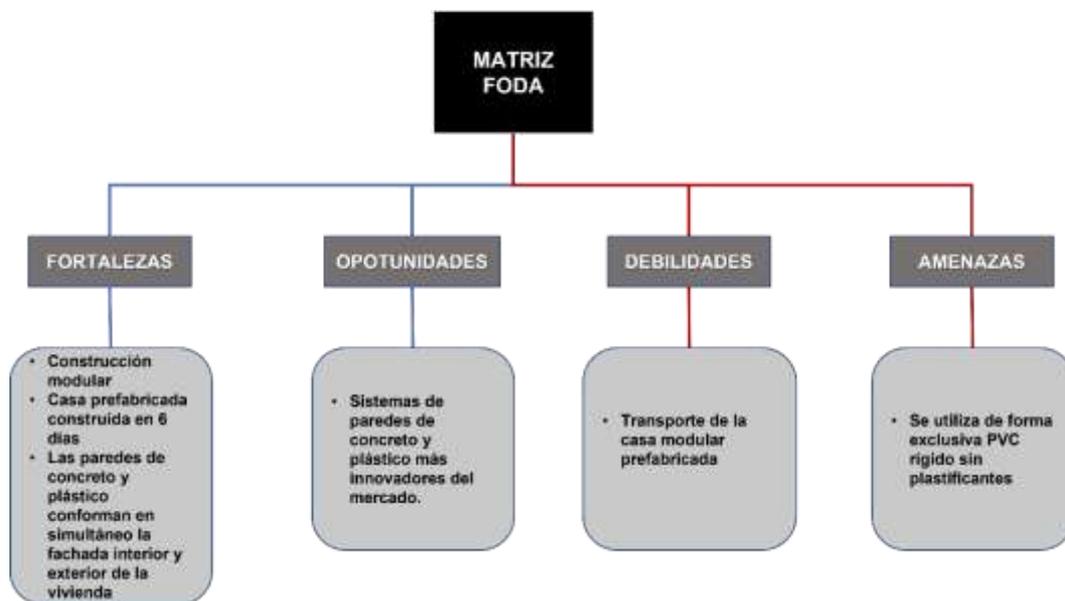


Figura 30. Matriz FODA para un Sistema de muros de ductilidad limitada SMDL

### 3.2.1.1. Resultados de la Evaluación comercial de los sistemas constructivos

Para el sistema Llaxta: las debilidades corresponden a que las casas son fabricadas y ensambladas en planta, y el transporte de la estructura ensamblada hasta el sitio de la obra, para el sistema RBS: el transporte es fácil y liviano de transportar es una oportunidad. Además, es compatible con otros sistemas constructivos y reduce el uso de maquinarias. En el sistema GHS es una debilidad el transporte del módulo de la casa prefabricada hasta el sitio de la obra Y para el sistema de muros de ductilidad limitada SMDL, el transporte hasta la obra es una fortaleza debido a que no hay elementos estructurales prefabricados.

Para el sistema Llaxta, la oportunidad es que se ha implementado en las provincias de Ica y Piura del Perú y como amenaza para la expansión en el país, solo está la planta ubicada en Ica y por último para este sistema las fortalezas son: plazos de fabricación reducidos, optimiza materiales y ofrece viviendas sismo resistentes.

El sistema RBS, tiene como fortaleza termo acústica, construcción rápida, cumple con norma sismo resistente y no genera escombros. Como debilidad no requiere mano de obra calificada esto puede generar retrasos al momento de la fabricación y ensamblaje de la casa por la mano de obra inexperta y como amenaza requiere de material específico royalloy que es un compuesto rígido con base de polímero que puede generar en algún momento de la fabricación de la casa una demora por no conseguir el material a tiempo.

Para el sistema constructivo GHS las oportunidades se basan en sistemas de paredes de concreto y plásticos más innovadores del mercado, como amenaza los costos elevados al inicio de la fabricación de la casa y se utiliza de manera exclusiva PVC rígido plastificantes y por último las fortalezas las casas prefabricadas en 6 días, las paredes de PVC y concreto conforman las fachadas internas y externas de la vivienda.

Para el sistema SMDL la oportunidad es que es una estructura de concreto armado compuesta por dos elementos muros de carga y losa, como debilidad es que se usa acero de refuerzo corrugado de  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ , pudiéndose usar malla electrosoldada  $f_y=5000\text{kg/cm}^2$ , según limitaciones del RNE.

En conclusión, los tres primeros sistemas constructivos prefabricados tienen como debilidad semejante es el transporte al sitio de la obra y el sistema de muros de ductilidad limitada SMDL mantiene el procedimiento constructivo en sitio de la obra y este es un punto de comparación de costos que lo hace ser entre los cuatro sistemas el más rentable.

Cabe destacar que el sistema de casas prefabricadas Llaxta se ha implementado en las provincias de Ica y Piura desde el año 2013, el primer proyecto desarrollado por Llaxta, es la urbanización Las Piedras de Buenavista, en los Aquijes, Ica, teniendo proyectos en construcción en la actualidad de otros urbanismos en Ica, los cuales son: La Viña en los Aquijes, Villa Verde en Chincha, Jacarandá en

Parcona y en Piura urbanismo Alto de Castilla en Castilla. Para la adquisición de la vivienda el sistema Llaxta ofrece planes de crédito fácil.

### **3.2.2 Evaluación técnica cada uno de los sistemas constructivos**

Para esta evaluación técnica se realizó por medio de la tabla 4, donde se menciona la descripción técnica estructural en cada uno de los sistemas constructivos, con el objeto de definir el sistema que tiene mejores características de diseño técnico y por otro punto a evaluar es medir por medio de graficas de las figuras 31, 32, 33y 34 el porcentaje de materiales, equipo, mano de obra y el rendimiento, respectivamente de cada uno de los procesos de construcción.

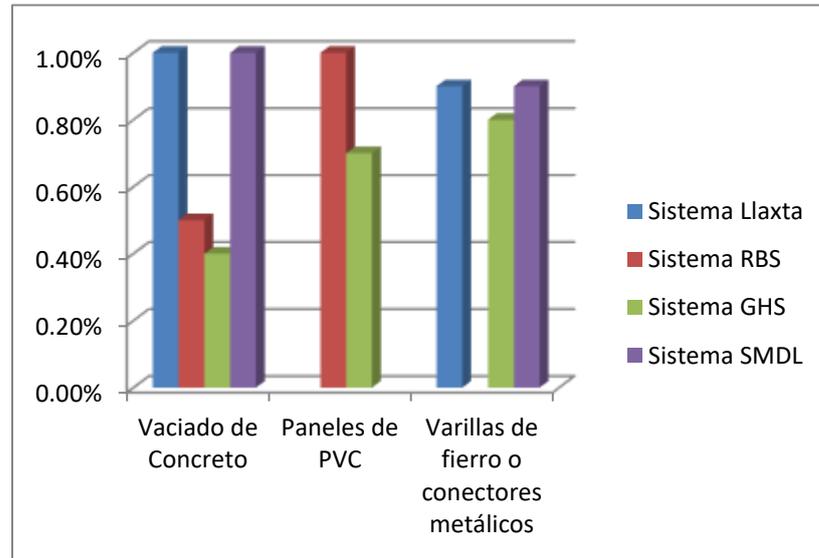
A continuación se incluye la tabla 4. Tabla comparativa de la descripción técnica estructural de los cuatros sistemas constructivo innovadores que se tomaron como muestra representativa para el estudio de esta investigación. En esta tabla se indica la descripción técnica de cada sistema.

Tabla 4.

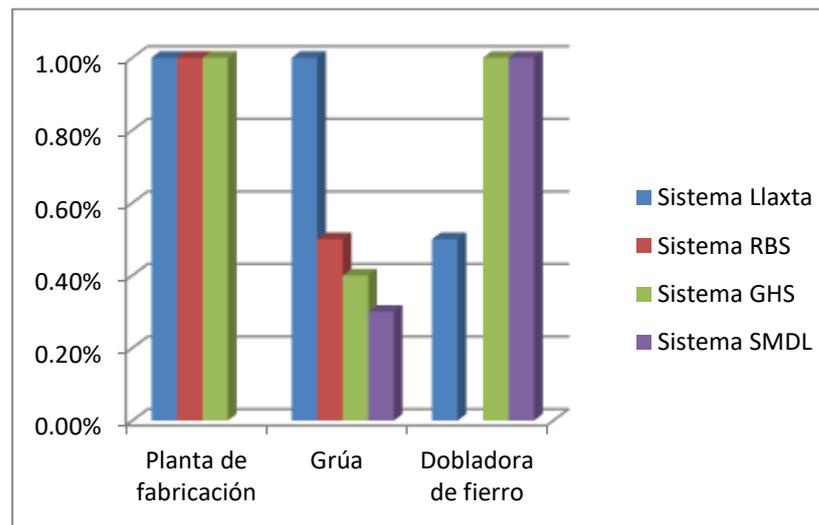
Tabla comparativa de la descripción técnica estructural de los cuatro sistemas constructivos.

<b>Sistema Constructivo</b>	<b>Descripción técnica</b>
<b>SISTEMA DE VIVIENDAS PREFABRICADAS LLAXTA</b>	<p>Consiste en módulos prefabricados de concreto armado que se conectan entre sí por medio de anclajes metálicos para formar unidades de viviendas unifamiliares de uno y dos niveles. Los módulos son fabricados por una planta a pie de obra, trasladados con grúa a su ubicación final y ensamblados con conectores metálicos. Los módulos incluyen piso y muros vaciados conjuntamente incluyendo las instalaciones eléctricas y sanitarias embebidas en los muros, pisos o techos. La característica principal del sistema es que el concreto es autonivelante, vaciado con una bomba a presión colocada en la parte inferior del módulo y llenado de abajo hacia arriba para evitar cangrejeras y segregación del concreto.</p>
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO RBS, AZEMBLA</b>	<p>Este sistema constructivo RBS es un sistema que está compuesto por paneles extruidos de PVC, diseñados para ensamblarse fácilmente y adaptarse a cualquier tipo de proyecto, dependiendo del tipo de proyecto a desarrollarse en la etapa de diseño se pueden escoger el espesor de los muros que son de 100 mm o 64 mm. Este sistema al manejarse por paneles de un ancho 333 mm “33cm”, se puede modular a cualquier tipo de diseño arquitectónico el cual se maneja alturas desde un (1) piso, hasta un máximo de cinco (5) pisos. Posterior a su modelación son generados los planos del sistema donde se indica la ubicación y localización de cada elemento previo al inicio de su instalación en sitio de trabajo. El sistema al ser en PVC también es auto ajustable en sus alturas para cualquier proyecto, es compatible con cualquier material para su combinación excepto con tipos de mampostería; siendo además un sistema completo al contar con sus ventanas y pisos también en el mismo material a excepción de la puerta que es metálica, pero es diseñada para el mismo sistema. También el sistema RBS está certificado que cumple la norma sismo resistente, los módulos del sistema se pueden utilizar en vacío siempre y cuando sea para un solo piso; pero cuándo se utiliza para edificios máximo de 5 niveles, estos módulos se deben llenar con concreto para que nos sirva de transmisores de carga de la edificación</p>
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO GHS (GLOBAL HOUSING SOLUTIONS)</b>	<p>La cimentación consiste en una losa de concreto armado que permite el anclaje de los pernos y/o varillas de fierro, tanto para los muros exteriores como los muros interiores. La losa de concreto armado se emplea como piso de toda la edificación. Los muros están compuestos por paneles de PVC rígido sin plastificantes con cavidades interiores a las cuales se vierte concreto armado (fc 210 kg/cm<sup>2</sup>). El PVC sirve como encofrado y a la vez como recubrimiento final permanente. Los muros terminados tienen un espesor de 0.08 m. Los muros se anclan a la cimentación mediante varillas de fierro, que son pasantes hasta el techo. Los entresijos y techos están compuestos por paneles de PVC rígido sin plastificantes con cavidades interiores. Sobre estos paneles se coloca una malla con varillas de fierro (grado 60) sobre la cual se vierte el concreto. Los fierros pasan desde la cimentación hasta la corona y/o viga para unirse con el techo. El PVC sirve como encofrado y a la vez como recubrimiento interior. Los ductos y las tuberías de agua y electricidad están protegidas antes de hacer el vaciado de concreto en el techo, el cual se puede hacer en forma manual o mecánica</p>
<b>SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA SMDL</b>	<p>Este proceso innovador SMDL, tiene un sistema estructural de resistencia ante cargas sísmicas y gravitacionales, en dos direcciones viene dada por muros de concreto armado. No pueden desarrollar desplazamientos inelásticos significativos. Los muros son de espesores delgados, no hay extremos confinados y el refuerzo vertical está dispuesto en una sola fila. Los sistemas de piso son losas macizas o aligerantes que ofrecen la función de un diafragma rígido. Conjuntos estructurales con estructura de muros de ductilidad limitada.</p>

Seguidamente, por medio de las siguientes gráficas se describen porcentajes de los materiales, equipo, mano de obra y rendimiento que se utilizan por cada sistema constructivo.



*Figura 31. Gráfica del porcentaje de materiales utilizados por cada sistema.*



*Figura 32. Gráfica del porcentaje de equipos utilizados por cada sistema.*

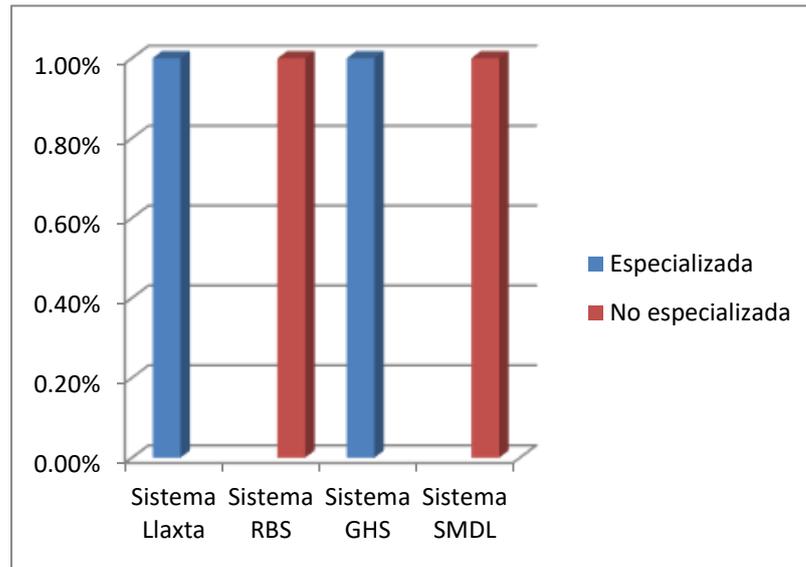


Figura 33. Gráfica del porcentaje de mano de obra por cada sistema.

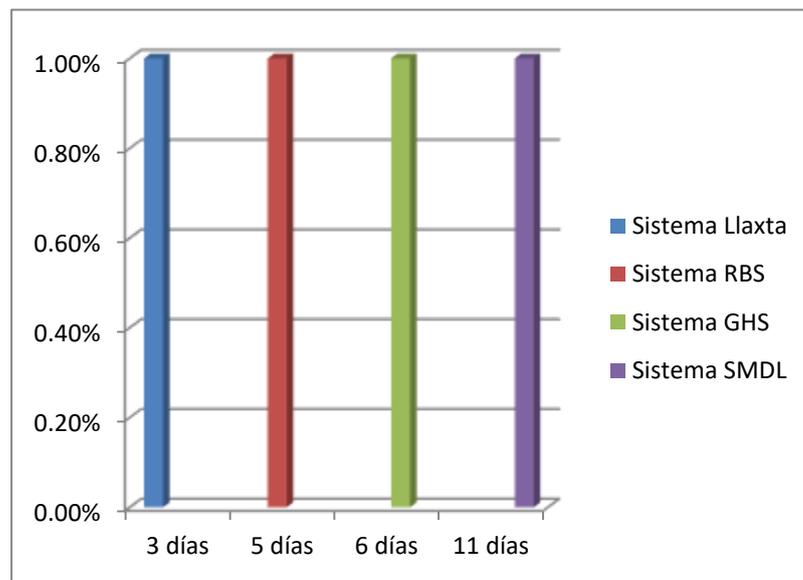


Figura 34. Gráfica del porcentaje de rendimiento por cada sistema.

### 3.2.2.1 Resultados de la evaluación de la descripción técnica estructural de los sistemas constructivos.

Para la interpretación de los resultados de la evaluación técnica de los cuatros sistemas constructivos en estudio se comparó por medio

de la tabla 4, las características de la descripción técnica de cada sistema, proporciona una información de cómo es el proceso de fabricación de las casas.

Para el sistema Llaxta La característica técnica estructural del proceso constructivo es que el concreto es autonivelante, es vaciado con una bomba a presión colocada en la parte inferior del módulo y llenado de abajo hacia arriba para evitar cangrejas y segregación del concreto.

Para el sistema RBS, tiene un diseño técnico estructural certificado y cumple la norma sismo resistente, los módulos del sistema se pueden utilizar en vacío siempre y cuando sea para un solo piso; pero cuando se utiliza para edificios máximo de 5 niveles, estos módulos se deben llenar con concreto para que sirvan de transmisores de carga de la edificación.

Para el sistema GHS, el diseño técnico de las estructuras de los muros está compuesto por paneles de PVC rígido sin plastificantes con cavidades interiores a las cuales se vierte concreto armado ( $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>). El PVC sirve como encofrado y a la vez como recubrimiento final permanente.

Para el sistema SMDL tiene un diseño con un sistema estructural de resistencia ante cargas sísmicas y gravitacionales, en dos direcciones viene dada por muros de concreto armado. No pueden desarrollar desplazamientos inelásticos significativos.

De esa tabla se llega a la conclusión de que cada sistema tiene un diseño técnico estructural para el procedimiento constructivo y garantizan, la resistencia y rigidez de la vivienda. Por otro lado se puede medir otros parámetros por medio de graficas donde se visualizan los porcentajes en que cada sistema hace uso de los materiales, equipos, mano de obra y los tiempos de ejecución en cuanto a los rendimientos, son expresados en porcentaje y así obtener resultados del sistema que tenga mejor desempeño y uso constructivo.

En la Figura 31. De la gráfica del porcentaje de materiales utilizados por cada sistema, se interpreta que el vaciado de concreto predomina en el sistema Llaxta en la fabricación de las casas. En conclusión, el sistema Llaxta para la construcción de las casas requiere más concreto que los otros tres sistemas.

En la Figura 32. De la gráfica del porcentaje de equipos utilizados por cada sistema, se interpreta que la planta de fabricación es utilizada en los tres primeros sistemas constructivos, la grúa también es un equipo que usa sistema Llaxta como equipo principal y los sistemas RBS y GHS, lo usan como equipo complementario, la dobladora de fierro solo la usan los sistemas Llaxta, el sistema GHS y el sistema SMDL. En conclusión, los tres primeros sistemas usan la planta de fabricación como equipo principal y el cuarto sistema de muros de ductilidad limitada (SMDL) no requiere planta de fabricación y si usa grúa.

En la Figura 24. De la gráfica del porcentaje de mano de obra por cada sistema, se interpreta que el sistema Llaxta y el sistema GHS, requieren de mano de obra especializada y el sistema constructivo RBS y el sistema de muros de ductilidad limitada (SMDL) también requiere de mano de obra no especializada, se concluye que los costos de mano de obra son menores en estos dos sistemas.

En la Figura 25. De la gráfica del porcentaje de rendimiento por cada sistema, se interpreta que el sistema Llaxta es el que tiene mayor rendimiento de tres días en la fabricación de la casa debido a que es una vivienda prefabricada en su totalidad en planta.

### **3.2.3 Evaluación económica por metros cuadrados de la vivienda unifamiliar**

Para la evaluación económica se tomó como referencia una vivienda de 130 m<sup>2</sup> de terreno construida por el sistema tradicional, ver la tabla 5 presupuesto de una vivienda para ser construida por el sistema tradicional y con ese costo por m<sup>2</sup> se realizó una tabla general donde se compara con los presupuestos de los sistemas constructivos innovadores, ver tabla 10, se concluyó cual sistema es más rentable para la inversión presupuestal en viviendas unifamiliares para la ciudad de Cajamarca y así dar cumplimiento al título de la investigación.

A continuación, se indican los planos de planta de una casa de 2 niveles, en las figuras 26 y 27 y también el presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema tradicional en la tabla 5.



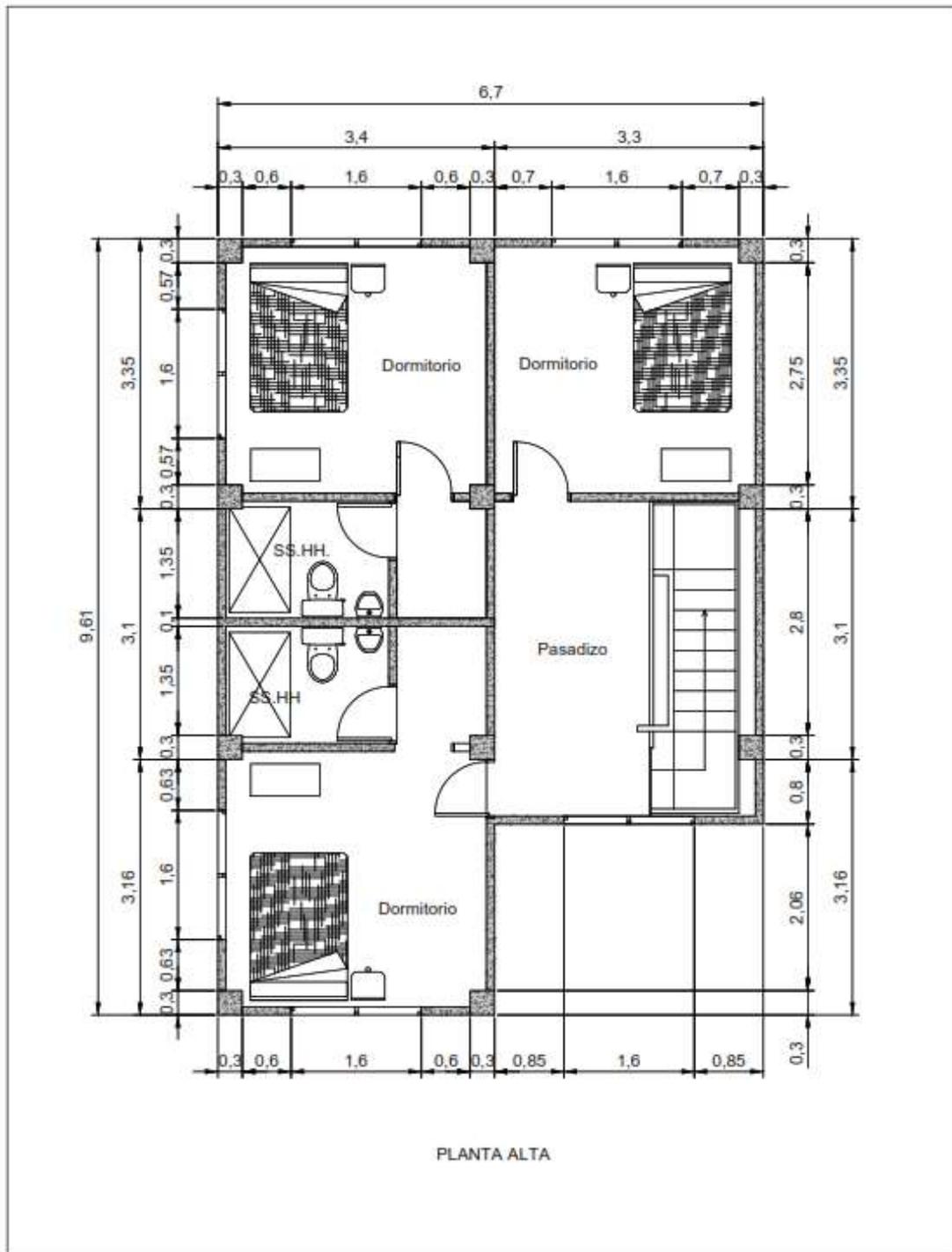


Figura 36. Planta de Arquitectura segundo nivel de 56,57 m<sup>2</sup> (sistema constructivo tradicional).

Estos planos de arquitectura de cada nivel nos van a servir de referencia para realizar los presupuestos de construcción con el sistema

tradicional como para los presupuestos de los cuatro sistemas innovadores.

Los presupuestos incluyen las partidas de los componentes: estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas; con los análisis de costos unitarios y se obtuvo un costo total como se muestra en la tabla 5:

Tabla 5.

Presupuesto de construcción de una vivienda con sistema tradicional

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts <sup>2</sup>					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>I</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				
<b>1.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				
01.01.01	Instalaciones provisionales	glb	1.00	2,200.00	2,200.00
<b>1.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
01.02.01	Movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y herramientas	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.02.02	Trazo y replanteo inicial y durante la ejecución de obra	mes	2.00	2,112.50	4,225.00
01.02.03	Seguridad de obra	glb	1.00	4,500.00	4,500.00
<b>1.03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
01.03.01	Limpieza del terreno	m <sup>2</sup>	135.00	2.25	303.75
01.03.02	Nivelación de terreno manual	m <sup>2</sup>	135.00	7.06	953.10
01.03.03	Excavación manual para estructuras	m <sup>3</sup>	21.25	29.42	625.18
01.03.04	Relleno con material propio	m <sup>3</sup>	12.00	24.01	288.12
01.03.05	Eliminación de material excedente	m <sup>3</sup>	12.10	30.27	366.27
<b>1.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
<b>01.04.01</b>	<b>SOLADOS</b>				
01.04.01.01	Solado - concreto c:h 1:12 (e=5 cm)	m <sup>2</sup>	29.00	22.10	640.90
<b>01.04.02</b>	<b>CIMENTOS CORRIDOS</b>				
01.04.02.01	Concreto premezclado 1:8 25% p.m.	m <sup>3</sup>	5.44	369.28	2,008.88
<b>01.04.03</b>	<b>FALSO PISO</b>				
01.04.03.01	Concreto premezclado falso piso f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye cur	m <sup>3</sup>	4.95	360.80	1,785.96
<b>1.05</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
<b>01.05.01</b>	<b>ZAPATAS</b>				
01.05.01.01	Zapatatas - concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye cu	m <sup>3</sup>	3.85	362.69	1,396.36
01.05.01.02	Acero corrugado fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	269.50	4.26	1,148.07

<b>PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts<sup>2</sup></b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>01.05.02</b>	<b><u>SOBRECIMENTOS</u></b>				
01.05.02.01	Sobre cimiento - concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.22	367.59	448.46
01.05.02.02	Encofrado y desencofrado de sobre cimientos	m2	16.00	46.23	739.68
01.05.02.03	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	140.28	4.26	597.59
<b>01.05.03</b>	<b><u>COLUMNAS</u></b>				
01.05.03.01	Concreto premezclado - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	6.45	363.75	2,346.19
01.05.03.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	79.20	45.20	3,579.84
01.05.03.03	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	516.00	4.26	2,198.16
<b>01.05.04</b>	<b><u>VIGAS</u></b>				
01.05.04.01	Concreto premezclado - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	7.07	363.75	2,571.71
01.05.04.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	70.15	45.20	3,170.78
01.05.04.03	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	565.60	4.26	2,409.46
<b>01.05.05</b>	<b><u>LOSA DE CONCRETO ARMADO</u></b>				
01.05.05.01	Concreto premezclado - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	4.23	363.75	1,538.66
01.05.05.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	51.00	45.20	2,305.20
01.05.05.03	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	285.60	4.26	1,216.66
01.05.05.04	Ladrillo hueco de arcilla h=15 cm para techo aligerado	und	441.00	2.41	1,062.81
<b>01.05.06</b>	<b><u>ESCALERAS</u></b>				
01.05.06.01	Concreto premezclado - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	2.50	363.75	909.38
01.05.06.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	9.50	45.20	429.40
01.05.06.03	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	155.00	4.26	660.30
<b>1.06</b>	<b><u>VARIOS</u></b>				
01.06.01	Tijeral T1	kg	300.00	12.00	3,600.00
01.06.02	Tijeral T2	kg	180.00	12.00	2,160.00
<b>2</b>	<b><u>ARQUITECTURA</u></b>				
<b>2.01</b>	<b><u>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</u></b>				
02.01.01	Muro de cabeza ladrillo king kong 18 huecos de arcilla - mezcla cemento	m2	57.00	97.09	5,534.13

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts <sup>2</sup>					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
02.01.02	Muro de soga ladrillo king kong 18 huecos de arcilla - mezcla cemento	m <sup>2</sup>	120.00	62.99	7,558.80
02.01.03	Tabique de drywall plancha de yeso estándar 1/2"	m <sup>2</sup>	9.00	55.56	500.04
<b>2.02</b>	<b>REVESTIMIENTOS</b>				
02.02.01	Tarrajeo en interiores mez. C:a 1:5, e=1.5cm	m <sup>2</sup>	267.00	28.49	7,606.83
02.02.02	Tarrajeo en exteriores mez. C:a 1:5, e=1.5cm	m <sup>2</sup>	89.00	29.14	2,593.46
02.02.03	Tarrajeo de columnas	m <sup>2</sup>	55.50	29.64	1,645.02
02.02.04	Tarrajeo de vigas	m <sup>2</sup>	45.00	30.59	1,376.55
02.02.05	Bruñas 0.01x0.01m	m	550.00	4.42	2,431.00
<b>2.03</b>	<b>CIELORRASOS</b>				
02.03.01	Tarrajeo de cielo raso	m <sup>2</sup>	49.00	24.97	1,223.53
02.03.02	Falso cielo drywall sanitario	m <sup>2</sup>	19.00	55.00	1,045.00
02.03.03	Falso cielo acústico armstrong	m <sup>2</sup>	45.10	65.00	2,931.50
<b>2.04</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				
02.04.01	Piso laminado de 7.0 mm	m <sup>2</sup>	54.00	43.16	2,330.64
02.04.02	Piso de cerámico antideslizante	m <sup>2</sup>	18.00	51.82	932.76
02.04.03	Vereda en interior de vivienda e=0.10 m.	m <sup>2</sup>	15.00	92.04	1,380.60
<b>2.05</b>	<b>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</b>				
02.05.01	Zócalo de cerámica 30 x 30cm	m <sup>2</sup>	23.40	52.32	1,224.29
02.05.02	Contra zócalo cerámico	m	17.70	9.44	167.09
02.05.03	Contra zócalo de madera aguano de 3/4" x 4" rodon de 3/4"	m	93.00	10.82	1,006.26
<b>2.06</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>				
02.06.01	Puerta contra placada 35 mm con triplay 4 mm incluye marco cedro 2"x	m <sup>2</sup>	13.80	220.59	3,044.14
02.06.02	Puerta de madera tratada	m <sup>2</sup>	1.90	600.00	1,140.00
<b>2.07</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				
02.07.01	Ventanas de aluminio anodizado acabado color negro	m <sup>2</sup>	23.50	63.12	1,483.32
<b>2.08</b>	<b>CERRAJERIA</b>				
02.08.01	Cerradura pesada para puerta de 03 golpes	pza	1.00	80.96	80.96
02.08.02	Cerradura para puertas interiores	pza	4.00	50.66	202.64
02.08.03	Cerradura para puerta de baños	und	5.00	40.66	203.30
<b>2.09</b>	<b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>				
02.09.01	Vidrio crudo 6mm	m <sup>2</sup>	23.50	38.92	914.62
02.09.02	Espejo en ss.hh. E=6mm	m <sup>2</sup>	1.50	58.21	87.32

<b>PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts<sup>2</sup></b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
02.09.03	Lámina de seguridad 4 micras para ventanas exteriores	m <sup>2</sup>	23.50	28.91	679.39
<b>2.1</b>	<b>COBERTURAS</b>				
02.10.01	Cobertura con teja andina decorativa 1.4m x0.72mx 5mm.	m <sup>2</sup>	83.00	47.40	3,934.20
<b>2.11</b>	<b>PINTURA</b>				
02.11.01	Pintura látex en muros interiores - 2 manos	m <sup>2</sup>	367.00	8.44	3,097.48
02.11.02	Pintura látex en muros exteriores - 2 manos	m <sup>2</sup>	89.00	12.17	1,083.13
<b>2.12</b>	<b>APARATOS SANITARIOS</b>				
02.12.01	Lavatorio con pedestal	pza	3.00	236.31	708.93
02.12.02	Inodoro sifón jet blanco - estándar blanco	pza	3.00	233.66	700.98
02.12.03	Papelera losa blanco	und	3.00	30.96	92.88
02.12.04	Mueble de cocina bajo	m	2.00	200.00	400.00
02.12.05	Ducha cromada de cabeza giratoria y llave mezcladora	und	3.00	198.07	594.21
02.12.06	Mueble de cocina alto	m	1.00	150.00	150.00
02.12.07	Toallero de losa blanco	und	3.00	33.66	100.98
<b>2.13</b>	<b>VARIOS</b>				
02.13.01	Lavadero de acero inoxidable dos pozas	und	1.00	250.00	250.00
02.13.02	Limpieza final de obra	glb	1.00	500.00	500.00
02.13.03	JARDINES	m <sup>2</sup>	55.00	10.00	550.00
<b>3</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
<b>3.01</b>	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>				
03.01.01	Salida de agua fría con tubería de pvc-sap 1/2"	pto	6.00	65.22	391.32
03.01.02	Salida de agua fría para urinario pvc c-10 3/4"	pto	3.00	74.12	222.36
03.01.03	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 o 1"	m	16.00	20.66	330.56
03.01.04	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 de 3/4"	m	12.00	14.31	171.72
03.01.05	Caja nicho para válvulas y medidor	und	4.00	51.50	206.00
03.01.06	Caja nicho para válvulas incluye tapa	und	1.00	33.50	33.50
03.01.07	Válvula compuerta de 1/2"	und	4.00	65.44	261.76
03.01.08	Válvula compuerta de 1"	und	1.00	101.64	101.64
<b>3.02</b>	<b>SISTEMA DE AGUA CALIENTE</b>				
03.02.01	Salida de agua caliente con tubería de cpvc ø 1/2"	pto	3.00	79.21	237.63

<b>PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts2</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
03.02.02	Red de distribución de agua caliente tubo cpvc d=3/4"	m	20.00	19.63	392.60
03.02.03	Válvula compuerta de bronce de 1/2"	pza	3.00	65.44	196.32
03.02.04	Calentador solar de agua con tanque de capacidad 80 lt.	und	1.00	1,200.00	1,200.00
<b>3.03</b>	<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>				
03.03.01	Extintor pqs de 12 kg	und	1.00	197.79	197.79
<b>3.04</b>	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>				
03.04.01	Salida de desague en pvc-p 2"	pto	8.00	70.59	564.72
03.04.02	Salida de desague en pvc-p 4"	pto	3.00	114.02	342.06
03.04.03	Red de derivacion pvc sal para desague de 2"	m	8.00	11.41	91.28
03.04.04	Red de derivacion pvc sal para desague de 4"	m	6.00	17.25	103.50
03.04.05	Registro de bronce 2"	und	4.00	27.39	109.56
03.04.06	Registro de bronce 4"	und	1.00	39.18	39.18
03.04.07	Sumidero de bronce roscado 2"	und	5.00	48.22	241.10
03.04.08	Caja de registro de desague 12" x 24"	und	2.00	101.39	202.78
03.04.09	Red colectora enterrada con tubería de pvc-sap ø 4"	m	18.00	23.79	428.22
03.04.10	Sombrero ventilación pvc ø 2"	pza	2.00	21.66	43.32
<b>3.05</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL</b>				
03.05.01	Canaleta metálica aluzincada para drenaje pluvial	m	14.00	21.83	305.62
03.05.02	Montante y/o bajantes pluviales con tub pvc-p ø 4"	m	12.00	26.27	315.24
03.05.03	Tubería colectora enterrada de aguas pluviales con tub pvc-p ø 4"	m	6.00	29.84	179.04
03.05.04	Caja de registro de aguas pluviales 12" x 24"	und	1.00	101.39	101.39
<b>3.06</b>	<b>VARIOS</b>				
03.06.01	Conexión a medidor de agua	und	1.00	750.00	750.00
<b>4</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
<b>4.01</b>	<b>SALIDA DE CENTRO DE LUZ</b>				
04.01.01	Salida para centro de luz	pto	20.00	75.19	1,503.80
<b>4.02</b>	<b>SALIDA DE FUERZA</b>				
04.02.01	Salida para tomacorriente bipolar doble con pvc	pto	24.00	65.29	1,566.96
<b>4.03</b>	<b>SALIDA DE SEÑALES DEBILES</b>				
04.03.01	Salida para teléfono y data	pto	6.00	151.11	906.66
<b>4.04</b>	<b>CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERIAS</b>				

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts <sup>2</sup>					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
04.04.01	Tubería 20mm ø pvc-p	m	50.00	9.79	489.50
<b>4.05</b>	<b>CONDUCTORES Y/O CABLES</b>				
04.05.01	Conductor Isohx(3-1x2.5mm <sup>2</sup> +1-1x2.5mm <sup>2</sup> (n))	m	80.00	5.23	418.40
<b>4.06</b>	<b>ARTEFACTOS DE ILUMINACION</b>				
04.06.01	Lámpara rectangular 120x60 tubular led	und	10.00	84.25	842.50
04.06.02	Lámpara ahorradora de 15 w	und	10.00	43.92	439.20
04.06.03	Luz de emergencia	und	2.00	107.85	215.70
<b>4.07</b>	<b>VARIOS</b>				
04.07.01	Caja de pase 100x100x50 p	und	3.00	33.59	100.77
04.07.02	Tablero eléctrico	und	1.00	914.24	914.24
04.07.03	Pozo a tierra	und	1.00	850.00	850.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>131,879.76</b>
GASTOS GENERALES %				<b>8.00%</b>	10,550.38
UTILIDAD				<b>5.00%</b>	6,593.99
<b>SUB TOTAL</b>					<b>149,024.13</b>
<b>IGV %</b>				<b>18.00%</b>	<b>26,824.34</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>					<b>175,848.47</b>
<b>COSTOS PRE - OPERATIVOS 3% (Elaboración de expediente técnico)</b>				<b>3.00%</b>	5,275.45
<b>VALOR DEL TERRENO</b>		Área	Precio/m <sup>2</sup> (S/)		<b>Parcial (S/)</b>
Valor del terreno en Cajamarca		130	150		<b>19,500.00</b>
<b>COSTO TOTAL DE VIVIENDA (CONSTRUCCION+EXPEDIENTE TECNICO + TERRENO)</b>					<b>200,623.93</b>
<b>COSTO TOTAL EN SOLES POR M2 (200.623,93/130M2)</b>					1,543.26
<b>COSTO TOTAL EN DOLARES POR M2 (TASA 3,93)</b>					<b>392.69</b>

Del presupuesto anterior se puede concluir que el costo de una vivienda unifamiliar tradicional de 2 niveles en la ciudad de Cajamarca, es de 392.69 dólares americanos aproximadamente por m<sup>2</sup>. (Costo de construcción + costo de terreno + costo de elaboración de expediente técnico). El costo se puede aproximar a 400.00 dólares americanos por metros cuadrados de construcción de una vivienda unifamiliar por el sistema tradicional.

A continuación, se indica el presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar

con el sistema de casas prefabricadas Llaxta, ver tabla 6:

Tabla 6.

Presupuesto de construcción de una vivienda con sistema Llaxta.

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts <sup>2</sup>					
Item	Descripción	Und.	Medrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
1	<b>ESTRUCTURAS</b>				
	<b>PLANTA</b>				
	Instalación de la planta de fabricación	glb	1,00	10.000,00	10.000,00
1.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				
01.01.01	Instalaciones provisionales	glb	1	2,200.00	2,200.00
1.02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
01.02.01	Movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y herramientas	glb	1	3,000.00	3,000.00
01.02.02	Transporte de la casa prefabricada al sitio de obra.	glb	1	1,000.00	1,000.00
01.02.03	Trazo y replanteo inicial y durante la ejecución de obra	mes	2	2,112.50	4,225.00
01.02.04	Seguridad de obra	glb	1	4,500.00	4,500.00
1.03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
01.03.01	Limpieza del terreno	m <sup>2</sup>	135	2.25	303.75
01.03.02	Nivelación de terreno manual	m <sup>2</sup>	135	7.06	953.1
01.03.03	Excavación manual para estructuras	m <sup>3</sup>	21.3	29.42	625.18
01.03.04	Relleno con material propio	m <sup>3</sup>	12	24.01	288.12
01.03.05	Eliminación de material excedente	m <sup>3</sup>	12.1	30.27	366.27
1.04	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
01.04.01	<b>SOLADOS</b>				
01.04.01.01	Solado - concreto c:h 1:12 (e=5 cm)	m <sup>2</sup>	29	22.1	640.9
01.04.02	<b>CIMENTOS CORRIDOS</b>				2,008.88
01.04.02.01	Concreto premezclado 1:8 25% p.m.	m <sup>3</sup>	5.44	369.28	2,008.88
01.04.03	<b>FALSO PISO</b>				
01.04.03.01	Concreto premezclado falso piso f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye cur	m <sup>3</sup>	4.95	360.8	1,785.96
1.05	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
01.05.01	<b>ZAPATAS</b>				
01.05.01.01	Zapatatas - concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye cu	m <sup>3</sup>	3.85	362.69	1,396.36
01.05.01.02	Acero corrugado fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	270	4.26	1,148.07
01.05.02	<b>SOBRECIMENTOS</b>				

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts <sup>2</sup>					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.05.02.01	Sobre cimientado - concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.22	367.59	448.46
01.05.02.02	Encofrado y desencofrado de sobre cimientos	m <sup>2</sup>	16	46.23	739.68
01.05.02.03	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	140	4.26	597.59
01.05.04.03	Conectores metálicos	kg	566	4.26	2,409.46
01.05.05	<b>LOSA DE CONCRETO ARMADO</b>				
01.05.05.01	Concreto premezclado - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m <sup>3</sup>	30.2	363.75	10,996.16
01.05.05.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m <sup>2</sup>	51	45.2	2,305.20
01.05.05.03	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	286	4.26	1,216.66
01.05.06	<b>ESCALERAS</b>				
01.05.06.01	Concreto premezclado - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m <sup>3</sup>	2.5	363.75	909.38
01.05.06.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m <sup>2</sup>	9.5	45.2	429.4
01.05.06.03	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	155	4.26	660.3
1.06	<b>VARIOS</b>				
01.06.01	Tijeral T1	kg	300	12	3,600.00
01.06.02	Tijeral T2	kg	180	12	2,160.00
2	<b>ARQUITECTURA</b>				
2.02	<b>MUROS PREFABRICADOS</b>				
02.02.01	Muro Prefabricado de 1.70 x 2.70 m	und	1	186.64	186.64
02.02.02	Muro Prefabricado de 2,10 x 2.70 m	und	2	477.04	954.08
02.02.03	Muro Prefabricado de 2.40 x 2.70 m	und	7	545.19	3,816.33
02.02.04	Muro Prefabricado de 1,65 x 2.70 m	und	1	181.15	181.15
02.02.05	Muro Prefabricado de 3,15 x 2,70 m	und	1	715.56	715.56
02.02.06	Muro Prefabricado de 3,00 x 2,70 m	und	1	681.49	681.49
02.02.07	Muro Prefabricado de 1,60 x 2,70 m	und	3	175.66	526.98
02.02.08	Muro Prefabricado de 1,80 x 2,70 m	und	3	197.62	592.86
02.02.09	Muro Prefabricado de 3,30 x 2,70 m	und	3	749.63	2,248.89
2.02	Muro Prefabricado de 2,15 x 2,70 m	und	4	488.4	1,953.60
02.02.10	Muro Prefabricado de 3,20 x 2,70 m	und	5	726.92	3,634.60
02.02.11	Muro Prefabricado de 2,30 x 2,70 m	und	1	522.47	522.47
02.02.12	Muro Prefabricado de 0,90 x 2,70 m	und	4	98.81	395.24
2.04	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				
02.04.01	Piso laminado de 7.0 mm	m <sup>2</sup>	54	43.16	2,330.64
02.04.02	Piso de cerámico antideslizante	m <sup>2</sup>	18	51.82	932.76

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts <sup>2</sup>					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S./.)	Parcial (S./.)
02.04.03	Vereda en interior de vivienda e=0.10 m.	m <sup>2</sup>	15	92.04	1,380.60
2.05	<b>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</b>				
02.05.01	Zócalo de cerámica 30 x 30cm	m <sup>2</sup>	23.4	52.32	1,224.29
02.05.02	Contra zócalo cerámico	m	17.7	9.44	167.09
02.05.03	Contra zócalo de madera aguano de 3/4" x 4" rodón de 3/4"	m	93	10.82	1,006.26
2.06	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>				
02.06.01	Puerta contra placada 35 mm con triplay 4 mm incluye marco cedro 2"x	m <sup>2</sup>	13.8	220.59	3,044.14
02.06.02	Puerta de madera tratada	m <sup>2</sup>	1.9	600	1,140.00
2.07	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				
02.07.01	Ventanas de aluminio anodizado acabado color negro	m <sup>2</sup>	23.5	63.12	1,483.32
2.08	<b>CERRAJERIA</b>				486.9
02.08.01	Cerradura pesada para puerta de 03 golpes	pza	1	80.96	80.96
02.08.02	Cerradura para puertas interiores	pza.	4	50.66	202.64
02.08.03	Cerradura para puerta de baños	und	5	40.66	203.3
2.09	<b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>				
02.09.01	Vidrio crudo 6mm	m <sup>2</sup>	23.5	38.92	914.62
02.09.02	Espejo en ss.hh. E=6mm	m <sup>2</sup>	1.5	58.21	87.32
02.09.03	Lámina de seguridad 4 micras para ventanas exteriores	m <sup>2</sup>	23.5	28.91	679.39
2.1	<b>COBERTURAS</b>				
02.10.01	Cobertura con teja andina decorativa 1.4m x 0.72m x 5mm.	m <sup>2</sup>	83	47.4	3,934.20
2.11	<b>PINTURA</b>				
02.11.01	Pintura látex en muros interiores - 2 manos	m <sup>2</sup>	367	8.44	3,097.48
02.11.02	Pintura látex en muros exteriores - 2 manos	m <sup>2</sup>	89	12.17	1,083.13
2.12	<b>APARATOS SANITARIOS</b>				
02.12.01	Lavatorio con pedestal	pza	3	236.31	708.93
02.12.02	Inodoro sifón jet blanco - estándar blanco	pza	3	233.66	700.98
02.12.03	Papelera losa blanco	und	3	30.96	92.88
02.12.04	Mueble de cocina bajo	m	2	200	400
02.12.05	Ducha cromada de cabeza giratoria y llave mezcladora	und	3	198.07	594.21
02.12.06	Mueble de cocina alto	m	1	150	150
02.12.07	Toallero de losa blanco	und	3	33.66	100.98

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts <sup>2</sup>					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S./.)	Parcial (S./.)
2.13	<b>VARIOS</b>				
02.13.01	Lavadero de acero inoxidable dos pozas	und	1	250	250
02.13.02	Limpieza final de obra	glb	1	500	500
02.13.03	<b>JARDINES</b>	m <sup>2</sup>	55	10	550
3	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
3.01	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>				
03.01.01	Salida de agua fría con tubería de pvc-sap 1/2"	pto	6	65.22	391.32
03.01.02	Salida de agua fría para urinario pvc c-10 3/4"	pto	3	74.12	222.36
03.01.03	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 o 1"	m	16	20.66	330.56
03.01.04	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 de 3/4"	m	12	14.31	171.72
03.01.05	Caja nicho para válvulas y medidor	und	4	51.5	206
03.01.06	Caja nicho para válvulas incluye tapa	und	1	33.5	33.5
03.01.07	Válvula compuerta de 1/2"	und	4	65.44	261.76
03.01.08	Válvula compuerta de 1"	und	1	101.64	101.64
3.02	<b>SISTEMA DE AGUA CALIENTE</b>				
03.02.01	Salida de agua caliente con tubería de cpvc ø 1/2"	pto	3	79.21	237.63
03.02.02	Red de distribución de agua caliente tubo cpvc d=3/4"	m	20	19.63	392.6
03.02.03	Válvula compuerta de bronce de 1/2"	pza	3	65.44	196.32
03.02.04	Calentador solar de agua con tanque de capacidad 80 lt.	und	1	1,200.00	1,200.00
3.03	<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>				
03.03.01	Extintor pqs de 12 kg	und	1	197.79	197.79
3.04	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>				
03.04.01	Salida de desague en pvc-p 2"	pto	8	70.59	564.72
03.04.02	Salida de desague en pvc-p 4"	pto	3	114.02	342.06
03.04.03	Red de derivacion pvc sal para desague de 2"	m	8	11.41	91.28
03.04.04	Red de derivacion pvc sal para desague de 4"	m	6	17.25	103.5
03.04.05	Registro de bronce 2"	und	4	27.39	109.56
03.04.06	Registro de bronce 4"	und	1	39.18	39.18
03.04.07	Sumidero de bronce roscado 2"	und	5	48.22	241.1
03.04.08	Caja de registro de desague 12" x 24"	und	2	101.39	202.78

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts <sup>2</sup>					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S./.)	Parcial (S./.)
03.04.09	Red colectora enterrada con tubería de pvc-sap ø 4"	m	18	23.79	428.22
03.04.10	Sombrero ventilación pvc ø 2"	pza	2	21.66	43.32
3.05	<b>SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL</b>				
03.05.01	Canaleta metálica aluzincada para drenaje pluvial	m	14	21.83	305.62
03.05.02	Montante y/o bajantes pluviales con tub pvc-p ø 4"	m	12	26.27	315.24
03.05.03	Tubería colectora enterrada de aguas pluviales con tub pvc-p ø 4"	m	6	29.84	179.04
03.05.04	Caja de registro de aguas pluviales 12" x 24"	und	1	101.39	101.39
3.06	<b>VARIOS</b>				
03.06.01	Conexión a medidor de agua	und	1	750	750
4	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
4.01	<b>SALIDA DE CENTRO DE LUZ</b>				
04.01.01	Salida para centro de luz	pto	20	75.19	1,503.80
4.02	<b>SALIDA DE FUERZA</b>				
04.02.01	Salida para tomacorriente bipolar doble con pvc	pto	24	65.29	1,566.96
4.03	<b>SALIDA DE SEÑALES DEBILES</b>				
04.03.01	Salida para teléfono y data	pto	6	151.11	906.66
4.04	<b>CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERIAS</b>				
04.04.01	Tubería 20mm ø pvc-p	m	50	9.79	489.5
4.05	<b>CONDUCTORES Y/O CABLES</b>				
04.05.01	Conductor Isohx(3-1x2.5mm <sup>2</sup> +1-1x2.5mm <sup>2</sup> (n))	m	80	5.23	418.4
4.06	<b>ARTEFACTOS DE ILUMINACION</b>				
04.06.01	Lámpara rectangular 120x60 tubular led	und	10	84.25	842.5
04.06.02	Lámpara ahorradora de 15 w	und	10	43.92	439.2
04.06.03	Luz de emergencia	und	2	107.85	215.7
4.07	<b>VARIOS</b>				
04.07.01	Caja de pase 100x100x50 p	und	3	33.59	100.77
04.07.02	Tablero eléctrico	und	1	914.24	914.24
04.07.03	Pozo a tierra	und	1	850	850
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>150.269,3</b>
<b>GASTOS GENERALES %</b>					<b>8%</b>
<b>UTILIDAD 5%</b>					<b>5%</b>
<b>SUB TOTAL</b>					<b>169.804,32</b>

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE UN TERRENO DE 130 Mts <sup>2</sup>					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
IGV				18%	30.564,78
PRESUPUESTO TOTAL					214.632,10
COSTOS PRE - OPERATIVOS 3% (Elaboración de expediente técnico)					6.438,96
VALOR DEL TERRENO		Área	Precio/m <sup>2</sup> (S/)		Parcial (S/)
Valor del terreno en Cajamarca		130	150		19,500.00
COSTO TOTAL DE VIVIENDA (CONSTRUCCION+EXPEDIENTE TECNICO + TERRENO)					240.571,25
COSTO TOTAL EN SOLES POR M <sup>2</sup> (240.571,06/130M <sup>2</sup> )					1,850.55
COSTO TOTAL EN DOLARES POR M <sup>2</sup> (TASA 3,93)					470,88

El presupuesto anterior se puede concluir que el costo de una vivienda unifamiliar de 2 niveles en la ciudad de Cajamarca, es de 470.88 dólares americanos aproximadamente por m<sup>2</sup>, empleado el sistema Llaxta. (Costo de construcción + costo de terreno + costo de elaboración de expediente técnico). El costo se puede aproximar a 475.00 dólares americanos por metros cuadrados de construcción de una vivienda unifamiliar por el sistema tradicional.

A continuación, se detalla en la tabla 7, el presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema (RBS).

Tabla 7.

*Presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema RBS*

<b>PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>1</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				
<b>1.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				
01.01.01	Instalaciones provisionales	glb	1	2,200.00	2,200.00
<b>1.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
01.02.01	Movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y herramientas	glb	1	2,000.00	2,000.00
01.02.02	Trazo y replanteo inicial y durante la ejecución de obra	mes	2	2,112.50	4,225.00
01.02.03	Seguridad de obra	glb	1	4,500.00	4,500.00
<b>1.03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
01.03.01	Limpieza del terreno	m2	135	2.25	303.75
01.03.02	Nivelación de terreno manual	m2	135	7.06	953.1
01.03.03	Excavación manual para estructuras	m3	21.25	29.42	625.18
01.03.04	Relleno con material propio	m3	12	24.01	288.12
01.03.05	Eliminación de material excedente	m3	12.1	30.27	366.27
<b>1.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
<b>01.04.01</b>	<b>SOLADOS</b>				
01.04.01.01	Solado - concreto c:h 1:12 (e=5 cm)	m2	29	22.1	640.9
<b>01.04.02</b>	<b>CIMENTOS CORRIDOS</b>				
01.04.02.01	Concreto premezclado 1:8 25% p.m.	m3	5.44	369.28	2,008.88
<b>01.04.03</b>	<b>FALSO PISO</b>				
01.04.03.01	Concreto premezclado falso piso f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye cur	m3	4.95	360.8	1,785.96
<b>1.05</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
<b>01.05.01</b>	<b>ZAPATAS</b>				
01.05.01.01	Zapatatas - concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye cu	m3	3.85	362.69	1,396.36
01.05.01.02	Acero corrugado fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	269.5	4.26	1,148.07
<b>01.05.02</b>	<b>SOBRECIMENTOS</b>				
01.05.02.01	Sobre cimiento - concreto premezclado f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.22	367.59	448.46
<b>01.05.03</b>	<b>COLUMNAS</b>				
<b>01.05.03.01</b>	Concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	6.45	363.75	2,346.19
<b>01.05.03.02</b>	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	79.2	45.2	3,579.84
<b>01.05.03.03</b>	Acero corrugado fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	516	4.26	2,198.16
<b>01.05.04</b>	<b>VIGAS</b>				
<b>01.05.04.01</b>	Concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	7.07	363.75	2,571.71

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.05.04.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	70.15	45.2	3,170.78
01.05.04.03	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	565.6	4.26	2,409.46
01.05.05	<b>LOSA DE CONCRETO ARMADO</b>				
01.05.05.01	Concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	30.23	363.75	10,996.16
01.05.05.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	51	45.2	2,305.20
01.05.05.03	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	285.6	4.26	1,216.66
01.05.06	<b>ESCALERAS</b>				
01.05.06.01	Concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	2.5	363.75	909.38
01.05.06.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	9.5	45.2	429.4
01.05.06.03	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	155	4.26	660.3
1.06	<b>MUROS RBS</b>				
01.06.01	Muros de perfiles RBS de 100 mm en paredes, 1er nivel	m2	66.73	173.88	11,603.01
01.06.02	Muros de perfiles RBS de 100 mm en paredes, 2do nivel.	m2	46.99	173.88	8,170.62
01.06.03	Marcos de puertas y ventanas de 100 mm	m2	1.9	44.94	85.39
1.07	<b>VARIOS</b>				
01.07.01	Tijeral T1	kg	300	12	3,600.00
01.07.02	Tijeral T2	kg	180	12	2,160.00
2	<b>ARQUITECTURA</b>				
2.04	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				
02.04.01	Piso laminado de 7.0 mm	m2	54	43.16	2,330.64
02.04.02	Piso de cerámico antideslizante	m2	18	51.82	932.76
02.04.03	Vereda en interior de vivienda e=0.10 m.	m2	15	92.04	1,380.60
2.05	<b>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</b>				
02.05.01	Zócalo de cerámica 30 x 30cm	m2	23.4	52.32	1,224.29
02.05.02	Contra zócalo cerámico	m	17.7	9.44	167.09
02.05.03	Contra zócalo de madera aguano de 3/4" x 4" rodon de 3/4"	m	93	10.82	1,006.26
2.06	<b>CARPINTERIA</b>				
02.06.01	Puerta contra placada 35 mm con triplay 4 mm incluye marco cedro 2"x	m2	13.8	220.59	3,044.14
02.06.02	Puerta de madera tratada.	m2	1.9	600	1,140.00

<b>PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>2.07</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				
02.07.01	Ventanas de aluminio anodizado acabado color negro	m2	23.5	63.12	1,483.32
<b>2.08</b>	<b>CERRAJERIA</b>				
02.08.01	Cerradura pesada para puerta de 03 golpes	pza	1	80.96	80.96
02.08.02	Cerradura para puertas interiores	pza	4	50.66	202.64
02.08.03	Cerradura para puerta de baños	und	5	40.66	203.3
<b>2.09</b>	<b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>				
02.09.01	Vidrio crudo 6mm	m2	23.5	38.92	914.62
02.09.02	Espejo en ss.hh. E=6mm	m2	1.5	58.21	87.32
02.09.03	Lámina de seguridad 4 micras para ventanas exteriores	m2	23.5	28.91	679.39
<b>2.1</b>	<b>COBERTURAS</b>				
02.10.01	Cobertura con teja andina decorativa 1.4m x0.72mx 5mm.	m2	83	47.4	3,934.20
<b>2.12</b>	<b>APARATOS SANITARIOS</b>				
02.12.01	Lavatorio con pedestal	pza	3	236.31	708.93
02.12.02	Inodoro sifón jet blanco - estándar blanco	pza	3	233.66	700.98
02.12.03	Papelera losa blanco		3	30.96	92.88
02.12.04	Mueble de cocina bajo	m	2	200	400
02.12.05	Ducha cromada de cabeza giratoria y llave mezcladora	und	3	198.07	594.21
02.12.06	Mueble de cocina alto	m	1	150	150
02.12.07	Toallero de losa blanco	und	3	33.66	100.98
<b>2.13</b>	<b>VARIOS</b>				
02.13.01	Lavadero de acero inoxidable dos pozas	und	1	250	250
02.13.02	Limpieza final de obra	glb	1	500	500
02.13.03	JARDINES	m2	55	10	550
<b>3</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
<b>3.01</b>	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>				
03.01.01	Salida de agua fría con tubería de pvc-sap 1/2"	pto	6	65.22	391.32
03.01.02	Salida de agua fría para urinario pvc c-10 3/4"	pto	3	74.12	222.36
03.01.03	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 o 1"	m	16	20.66	330.56
03.01.04	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 de 3/4"	m	12	14.31	171.72
03.01.05	Caja nicho para válvulas y medidor	und	4	51.5	206
03.01.06	Caja nicho para válvulas incluye tapa	und	1	33.5	33.5

<b>PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
03.01.07	Válvula compuerta de 1/2"	und	4	65.44	261.76
03.01.08	Válvula compuerta de 1"	und	1	101.64	101.64
<b>3.02</b>	<b>SISTEMA DE AGUA CALIENTE</b>				
03.02.01	Salida de agua caliente con tubería de cpvc ø 1/2"	pto	3	79.21	237.63
03.02.02	Red de distribución de agua caliente tubo cpvc d=3/4"	m	20	19.63	392.6
03.02.03	Válvula compuerta de bronce de 1/2"	pza	3	65.44	196.32
03.02.04	Calentador solar de agua con tanque de capacidad 80 lt.	und	1	1,200.00	1,200.00
<b>3.03</b>	<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>				
03.03.01	Extintor pqs de 12 kg	und	1	197.79	197.79
<b>3.04</b>	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>				
03.04.01	Salida de desague en pvc-p 2"	pto	8	70.59	564.72
03.04.02	Salida de desague en pvc-p 4"	pto	3	114.02	342.06
03.04.03	Red de derivacion pvc sal para desague de 2"	m	8	11.41	91.28
03.04.04	Red de derivacion pvc sal para desague de 4"	m	6	17.25	103.5
03.04.05	Registro de bronce 2"	und	4	27.39	109.56
03.04.06	Registro de bronce 4"	und	1	39.18	39.18
03.04.07	Sumidero de bronce roscado 2"	und	5	48.22	241.1
03.04.08	Caja de registro de desague 12" x 24"	und	2	101.39	202.78
03.04.09	Red colectora enterrada con tubería de pvc-sap ø 4"	m	18	23.79	428.22
03.04.10	Sombrero ventilación pvc ø 2"	pza	2	21.66	43.32
<b>3.05</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL</b>				
03.05.01	Canaleta metálica aluzincada para drenaje pluvial	m	14	21.83	305.62
03.05.02	Montante y/o bajantes pluviales con tub pvc-p ø 4"	m	12	26.27	315.24
03.05.03	Tubería colectora enterrada de aguas pluviales con tub pvc-p ø 4"	m	6	29.84	179.04
03.05.04	Caja de registro de aguas pluviales 12" x 24"	und	1	101.39	101.39
<b>3.06</b>	<b>VARIOS</b>				
03.06.01	Conexión a medidor de agua	und	1	750	750
<b>4</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
<b>4.01</b>	<b>SALIDA DE CENTRO DE LUZ</b>				
04.01.01	Salida para centro de luz	pto	20	75.19	1,503.80
<b>4.02</b>	<b>SALIDA DE FUERZA</b>				

<b>PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
04.02.01	Salida para tomacorriente bipolar doble con pvc	pto	24	65.29	1,566.96
<b>4.03</b>	<b>SALIDA DE SEÑALES DEBILES</b>				
04.03.01	Salida para teléfono y data	pto	6	151.11	906.66
<b>4.04</b>	<b>CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERIAS</b>				
04.04.01	Tubería 20mm ø pvc-p	m	50	9.79	489.5
<b>4.05</b>	<b>CONDUCTORES Y/O CABLES</b>				
04.05.01	Conductor Isohx(3-1x2.5mm2+1-1x2.5mm2(n))	m	80	5.23	418.4
<b>4.06</b>	<b>ARTEFACTOS DE ILUMINACION</b>				
04.06.01	Lámpara rectangular 120x60 tubular led	und	10	84.25	842.5
04.06.02	Lámpara ahorradora de 15 w	und	10	43.92	439.2
04.06.03	Luz de emergencia	und	2	107.85	215.7
<b>4.07</b>	<b>VARIOS</b>				
04.07.01	Caja de pase 100x100x50 p	und	3	33.59	100.77
04.07.02	Tablero eléctrico	und	1	914.24	914.24
04.07.03	Pozo a tierra	und	1	850	850
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>141,000.28</b>
<b>GASTOS GENERALES %</b>				<b>8%</b>	<b>11,280.02</b>
<b>UTILIDAD 5%</b>				<b>5%</b>	<b>7,050.01</b>
<b>SUB TOTAL</b>					<b>159,330.31</b>
<b>IGV</b>				<b>18%</b>	<b>28679.46</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>					
<b>COSTOS PRE - OPERATIVOS 3% (Elaboración de expediente técnico)</b>				<b>3%</b>	
<b>VALOR DEL TERRENO</b>		<b>Área</b>	<b>Precio/m2 (S/)</b>		<b>Parcial (S/)</b>
Valor del terreno en Cajamarca		130.00	150		<b>19,500.00</b>
<b>COSTO TOTAL DE VIVIENDA (CONSTRUCCION+EXPEDIENTE TECNICO + TERRENO)</b>					<b>28,679.46</b>
<b>COSTO TOTAL EN SOLES POR M2 (213.150.06/130M2)</b>					<b>188,009.77</b>
<b>COSTO TOTAL EN DOLARES POR M2 (TASA 3,93)</b>					<b>5,640.29</b>

Del presupuesto anterior se puede concluir que el costo de una vivienda unifamiliar construida con el Sistema RBS de 2 niveles en la ciudad de Cajamarca, es de 417.21 dólares americanos aproximadamente por m2. (Costo de construcción + costo de terreno + costo de

elaboración de expediente técnico). El costo se puede aproximar a 420.00 dólares americanos por metros cuadrados de construcción de una vivienda unifamiliar por un sistema constructivo innovador.

A continuación, se detalla en la tabla 8, el presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema (GHS).

Tabla 8.

Presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema GHS

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>1</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				
<b>1.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				
01.01.01	Instalaciones provisionales	glb	1	2,200.00	2,200.00
<b>1.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
01.02.01	Movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y herramientas	glb	1	3,000.00	3,000.00
01.02.02	Transporte movilización de los componentes de la vivienda para ensamblar en el sitio de la obra	glb	1	15,000.00	15,000.00
01.02.03	Trazo y replanteo inicial y durante la ejecución de obra	mes	2	2,112.50	4,225.00
01.02.03	Seguridad de obra	glb	1	6,500.00	6,500.00
<b>1.03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
01.03.01	Limpieza del terreno	m2	135	2.25	303.75
01.03.02	Nivelación de terreno manual	m2	135	7.06	953.1
01.03.03	Excavación manual para estructuras	m3	21.25	29.42	625.18
01.03.04	Relleno con material propio	m3	12	24.01	288.12
01.03.05	Eliminación de material excedente	m3	12.1	30.27	366.27
<b>1.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
<b>01.04.01</b>	<b>SOLADOS</b>				<b>640.9</b>
01.04.01.01	Solado - concreto c:h 1:12 (e=5 cm)	m2	29	22.1	640.9
<b>01.04.02</b>	<b>CIMIENTOS CORRIDOS</b>				
01.04.02.01	Concreto premezclado 1:8 25% p.m.	m3	4.7	369.28	1,735.62
<b>01.04.03</b>	<b>FALSO PISO</b>				
01.04.03.01	Concreto premezclado falso piso f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye cur	m3	4.95	360.8	1,785.96
<b>1.05</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
<b>01.05.01</b>	<b>ZAPATAS</b>				
01.05.01.01	Zapatatas - concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye cu	m3	3.85	362.69	1,396.36
01.05.01.02	Acero corrugado fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	269.5	4.26	1,148.07

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>01.05.02</b>	<b>SOBRECIMENTOS</b>				
01.05.02.01	Sobre cimiento - concreto premezclado f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.22	367.59	448.46
<b>01.05.06</b>	<b>ESCALERAS</b>				
01.05.06.01	Concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	2.5	363.75	909.38
01.05.06.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	9.5	45.2	429.4
01.05.06.03	Acero corrugado fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> grado 60	kg	155	4.26	660.3
01.05.07	<b>PANELES DE PVC</b>				
<b>01.05.07.01</b>	Paneles de PVC rígido integrado con concreto	m2	113.72	175.8	18,286.18
<b>1.06</b>	<b>VARIOS</b>				
01.06.01	Tijeral T1	kg	300	12	3,600.00
01.06.02	Tijeral T2	kg	180	12	2,160.00
<b>2</b>	<b>ARQUITECTURA</b>				
<b>2.04</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				
02.04.01	Piso laminado de 7.0 mm	m2	54	43.16	2,330.64
02.04.02	Piso de cerámico antideslizante	m2	18	51.82	932.76
02.04.03	Vereda en interior de vivienda e=0.10 m.	m2	15	92.04	1,380.60
<b>2.05</b>	<b>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</b>				
02.05.01	Zócalo de cerámica 30 x 30cm	m2	23.4	52.32	1,224.29
02.05.02	Contra zócalo cerámico	m	17.7	9.44	167.09
02.05.03	Contra zócalo de madera aguano de 3/4" x 4" rodon de 3/4"	m	93	10.82	1,006.26
<b>2.06</b>	<b>CARPINTERIA</b>				
02.06.01	Puerta contra placada 35 mm con triplay 4 mm incluye marco cedro 2"x	m2	13.8	220.59	3,044.14
02.06.02	Puerta de madera tratada.	m2	1.9	600	1,140.00
<b>2.07</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				
02.07.01	Ventanas de aluminio anodizado acabado color negro	m2	23.5	63.12	1,483.32
<b>2.08</b>	<b>CERRAJERIA</b>				
02.08.01	Cerradura pesada para puerta de 03 golpes	pza	1	80.96	80.96
02.08.02	Cerradura para puertas interiores	pza	4	50.66	202.64
02.08.03	Cerradura para puerta de baños	und	5	40.66	203.3
<b>2.09</b>	<b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>				
02.09.01	Vidrio crudo 6mm	m2	23.5	38.92	914.62
02.09.02	Espejo en ss.hh. E=6mm	m2	1.5	58.21	87.32
02.09.03	Lámina de seguridad 4 micras para ventanas exteriores	m2	23.5	28.91	679.39
<b>2.1</b>	<b>COBERTURAS</b>				

<b>PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
02.10.01	Cobertura con teja andina decorativa 1.4m x0.72mx 5mm.	m2	83	47.4	3,934.20
<b>2.12</b>	<b>APARATOS SANITARIOS</b>				
02.12.01	Lavatorio con pedestal	pza	3	236.31	708.93
02.12.02	Inodoro sifón jet blanco - estándar blanco	pza	3	233.66	700.98
02.12.03	Papelera losa blanco	und	3	30.96	92.88
02.12.04	Mueble de cocina bajo	m	2	200	400
02.12.05	Ducha cromada de cabeza giratoria y llave mezcladora	und	3	198.07	594.21
02.12.06	Mueble de cocina alto	m	1	150	150
02.12.07	Toallero de losa blanco	und	3	33.66	100.98
<b>2.13</b>	<b>VARIOS</b>				
02.13.01	Lavadero de acero inoxidable dos pozas	und	1	250	250
02.13.02	Limpieza final de obra	glb	1	500	500
02.13.03	JARDINES	m2	55	10	550
<b>3</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
<b>3.01</b>	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>				
03.01.01	Salida de agua fría con tubería de pvc-sap 1/2"	pto	6	65.22	391.32
03.01.02	Salida de agua fría para urinario pvc c-10 3/4"	pto	3	74.12	222.36
03.01.03	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 o 1"	m	16	20.66	330.56
03.01.04	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 de 3/4"	m	12	14.31	171.72
03.01.05	Caja nicho para válvulas y medidor	und	4	51.5	206
03.01.06	Caja nicho para válvulas incluye tapa	und	1	33.5	33.5
03.01.07	Válvula compuerta de 1/2"	und	4	65.44	261.76
03.01.08	Válvula compuerta de 1"	und	1	101.64	101.64
<b>3.02</b>	<b>SISTEMA DE AGUA CALIENTE</b>				
03.02.01	Salida de agua caliente con tubería de cpvc ø 1/2"	pto	3	79.21	237.63
03.02.02	Red de distribución de agua caliente tubo cpvc d=3/4"	m	20	19.63	392.6
03.02.03	Válvula compuerta de bronce de 1/2"	pza	3	65.44	196.32
03.02.04	Calentador solar de agua con tanque de capacidad 80 lt.	und	1	1,200.00	1,200.00
<b>3.03</b>	<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>				
03.03.01	Extintor pqs de 12 kg	und	1	197.79	197.79
<b>3.04</b>	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>				
03.04.01	Salida de desague en pvc-p 2"	pto	8	70.59	564.72
03.04.02	Salida de desague en pvc-p 4"	pto	3	114.02	342.06
03.04.03	Red de derivación pvc sal para desague de 2"	m	8	11.41	91.28

<b>PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
03.04.04	Red de derivación pvc sal para desague de 4"	m	6	17.25	103.5
03.04.05	Registro de bronce 2"	und	4	27.39	109.56
03.04.06	Registro de bronce 4"	und	1	39.18	39.18
03.04.07	Sumidero de bronce roscado 2"	und	5	48.22	241.1
03.04.08	Caja de registro de desague 12" x 24"	und	2	101.39	202.78
03.04.09	Red colectora enterrada con tubería de pvc-sap ø 4"	m	18	23.79	428.22
03.04.10	Sombrero ventilación pvc ø 2"	pza	2	21.66	43.32
<b>3.05</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL</b>				
03.05.01	Canaleta metálica aluzincada para drenaje pluvial	m	14	21.83	305.62
03.05.02	Montante y/o bajantes pluviales con tub pvc-p ø 4"	m	12	26.27	315.24
03.05.03	Tubería colectora enterrada de aguas pluviales con tub pvc-p ø 4"	m	6	29.84	179.04
03.05.04	Caja de registro de aguas pluviales 12" x 24"	und	1	101.39	101.39
<b>3.06</b>	<b>VARIOS</b>				<b>750</b>
03.06.01	Conexión a medidor de agua	und	1	750	750
<b>4</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
<b>4.01</b>	<b>SALIDA DE CENTRO DE LUZ</b>				<b>1,503.80</b>
04.01.01	Salida para centro de luz	pto	20	75.19	1,503.80
<b>4.02</b>	<b>SALIDA DE FUERZA</b>				
04.02.01	Salida para tomacorriente bipolar doble con pvc	pto	24	65.29	1,566.96
<b>4.03</b>	<b>SALIDA DE SEÑALES DEBILES</b>				
04.03.01	Salida para teléfono y data	pto	6	151.11	906.66
<b>4.04</b>	<b>CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERIAS</b>				
04.04.01	Tubería 20mm ø pvc-p	m	50	9.79	489.5
<b>4.05</b>	<b>CONDUCTORES Y/O CABLES</b>				
04.05.01	Conductor Isohx(3-1x2.5mm2+1-1x2.5mm2(n))	m	80	5.23	418.4
<b>4.06</b>	<b>ARTEFACTOS DE ILUMINACION</b>				
04.06.01	Lámpara rectangular 120x60 tubular led	und	10	84.25	842.5
04.06.02	Lámpara ahorradora de 15 w	und	10	43.92	439.2
04.06.03	Luz de emergencia	und	2	107.85	215.7
<b>4.07</b>	<b>VARIOS</b>				
04.07.01	Caja de pase 100x100x50 p	und	3	33.59	100.77
04.07.02	Tablero eléctrico	und	1	914.24	914.24
04.07.03	Pozo a tierra	und	1	850	850
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>111,570.85</b>
<b>GASTOS GENERALES %</b>				<b>8%</b>	<b>8,925.67</b>
<b>UTILIDAD 5%</b>				<b>5%</b>	<b>5,578.54</b>

PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA DE ÁREA DE TERRENO DE 130.00 M2						
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
<b>SUB TOTAL</b>					<b>126,075.06</b>	
<b>IGV</b>					<b>18%</b>	<b>22,693.51</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>					<b>148,768.57</b>	
<b>COSTOS PRE - OPERATIVOS 3% (Elaboración de expediente técnico)</b>				<b>3%</b>	4463.06	
<b>VALOR DEL TERRENO</b>		<b>Área</b>	<b>Precio/m2 (S/)</b>		<b>Parcial (S/)</b>	
Valor del terreno en Cajamarca		<b>130,00</b>	150		<b>19.500,00</b>	
<b>COSTO TOTAL DE VIVIENDA (CONSTRUCCION+EXPEDIENTE TECNICO + TERRENO)</b>					<b>172,731.63</b>	
<b>COSTO TOTAL EN SOLES POR M2 172,731.63/130M2)</b>					<b>1,328.70</b>	
<b>COSTO TOTAL EN DOLARES POR M2 (TASA 3,93)</b>					<b>338.09</b>	

Del presupuesto anterior se puede concluir que el costo de una vivienda unifamiliar construida con el Sistema GHS de 2 niveles en la ciudad de Cajamarca, es de 338.09 dólares americanos aproximadamente por m<sup>2</sup>. (Costo de construcción + costo de terreno + costo de elaboración de expediente técnico). El costo se puede aproximar a 340.00 dólares americanos por metros cuadrados de construcción de una vivienda unifamiliar por un sistema constructivo innovador. A continuación, se detalla en la tabla 9, el presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema de muro ductilidad limitada. SDML.

Tabla 9.

*Presupuesto de construcción de una vivienda unifamiliar con el sistema SDML*

<b>PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA DE AREA DE TERRENO DE 130M2</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>PARCIAL (S/.)</b>
1	<b>ESTRUCTURAS</b>				
1.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				
01.01.01	Instalaciones provisionales	glb	1	2,200.00	2,200.00
1.02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
01.02.01	Movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y herramientas	glb	1	2,000.00	2,000.00
01.02.02	Trazo y replanteo inicial y durante la ejecución de obra	mes	2	2,112.50	4,225.00
01.02.03	Seguridad de obra	glb	1	4,500.00	4,500.00
1.03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
01.03.01	Limpieza del terreno	m2	135	2.25	303.75
01.03.02	Nivelación de terreno manual	m2	135	7.06	953.10
01.03.03	Excavación manual para estructuras	m3	20.8	29.42	611.94
01.03.04	Relleno con material propio	m3	12	24.01	288.12
01.03.05	Eliminación de material excedente	m3	11.8	30.27	357.19
1.04	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
01.04.01	<b>SOLADOS</b>				
01.04.01.01	Solado - concreto c:h 1:12 (e=5 cm)	m2	26	22.1	574.60
01.04.02	<b>FALSO PISO</b>				
01.04.02.01	Concreto premezclado falso piso f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado.	m3	4.95	360.8	1,785.96
1.05	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
01.05.01	Cimientos de muros armados				3,957.88
01.05.01.01	Cimientos corridos - concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	7.8	362.69	2,828.98
01.05.01.02	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	265	4.26	1,128.90
01.05.02	<b>SOBRECIMENTOS</b>				
01.05.02.01	Sobrecimiento - concreto premezclado f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.22	367.59	448.46
01.05.02.02	Encofrado y desencofrado de sobrecimientos	m2	16	46.23	739.68
01.05.02.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	165.4	4.26	704.60
01.05.03	<b>MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA</b>				
01.05.03.01	Concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	21.1	359.19	7,578.91
01.05.03.02	Encofrado y desencofrado de muros caravista - mdl	m2	422	30.93	13,052.46
01.05.03.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	#####	4.26	5,033.19
01.05.04	<b>LOSA DE CONCRETO ARMADO</b>				

<b>PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA DE AREA DE TERRENO DE 130M2</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>PARCIAL (S/.)</b>
01.05.04.01	Concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	5.07	359.19	1,821.09
01.05.04.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	51	45.2	2,305.20
01.05.04.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	314.15	4.26	1,338.28
01.05.05	<b>ESCALERAS</b>				
01.05.05.01	Concreto premezclado - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , c. Tipo i, incluye curado	m3	2.5	359.19	897.98
01.05.05.02	Encofrado y desencofrado de estructuras normal	m2	9.5	45.2	429.40
01.05.05.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	155	4.26	660.30
1.06	<b>VARIOS</b>				
01.06.01	Tijeral t1	kg	300	12	3,600.00
01.06.02	Tijeral t2	kg	180	12	2,160.00
2	<b>ARQUITECTURA</b>				
2.01	Muros y tabiques de albañilería				500.04
02.01.01	Tabique de drywall plancha de yeso estándar 1/2"	m2	9	55.56	500.04
2.02	<b>CIELORRASOS</b>				
02.02.01	Falso cielo drywall sanitario	m2	19	55	1,045.00
02.02.02	Falso cielo acústico Armstrong	m2	45.1	65	2,931.50
2.03	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				
02.03.01	Piso laminado de 7.0 mm	m2	54	43.16	2,330.64
02.03.02	Piso de cerámico antideslizante	m2	18	51.82	932.76
02.03.03	VEREDA EN INTERIOR DE VIVIENDA E=0.10 m.	m2	15	92.04	1,380.60
2.04	<b>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</b>				
02.04.01	ZOCALO DE CERAMICA 30 X 30cm	m2	23.4	52.32	1,224.29
02.04.02	Contrazocalo cerámico	m	17.7	9.44	167.09
02.04.03	Contrazocalo de madera aguano de 3/4" x 4" rodon de 3/4"	m	93	10.82	1,006.26
2.05	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>				
02.05.01	PUERTA CONTRAPLACADA 35 mm CON TRIPLAY 4 mm INCLUYE MARCO CEDRO 2"X3"	m2	13.8	220.59	3,044.14
02.05.02	Puerta de madera tratada	m2	1.9	600	1,140.00
2.06	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				
02.06.01	Ventanas de aluminio anodizado acabado color negro	m2	23.5	63.12	1,483.32
02.06.02	Barandas metálicas con tubo negro de 1 1/2" en gradas	m	5.85	90.53	529.60
2.07	<b>CERRAJERIA</b>				

<b>PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA DE AREA DE TERRENO DE 130M2</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>PARCIAL (S/.)</b>
02.07.01	Cerradura pesada para puerta de 03 golpes	pza	1	80.96	80.96
02.07.02	Cerradura para puertas interiores	pza	4	50.66	202.64
02.07.03	Cerradura para puerta de baños	und	5	40.66	203.30
2.08	<b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>				
02.08.01	Vidrio crudo 6mm	m2	23.5	38.92	914.62
02.08.02	Espejo en ss.hh. E=6mm	m2	1.5	58.21	87.32
02.08.03	Lámina de seguridad 4 micras para ventanas exteriores	m2	23.5	28.91	679.39
2.09	<b>COBERTURAS</b>				
02.09.01	Cobertura con teja andina decorativa 1.4m x0.72mx 5mm.	m2	83	47.4	3,934.20
2.1	<b>PINTURA</b>				
02.10.01	Pintura látex en muros interiores - 2 manos	m2	367	8.44	3,097.48
02.10.02	Pintura látex en muros exteriores - 2 manos	m2	89	12.17	1,083.13
2.11	<b>Aparatos sanitarios</b>				2,197.98
02.11.01	Lavatorio con pedestal	pza	3	236.31	708.93
02.11.02	Inodoro sifón jet blanco - estándar blanco	pza	3	233.66	700.98
02.11.03	Papelera losa blanco	und	3	30.96	92.88
02.11.04	Ducha cromada de cabeza giratoria y llave mezcladora	und	3	198.07	594.21
02.11.05	Toallero de losa blanco	und	3	33.66	100.98
2.12	<b>VARIOS</b>				
02.12.01	Mueble de cocina bajo	m	2	200	400.00
02.12.02	Mueble de cocina alto	m	1	150	150.00
02.12.03	Lavadero de acero inoxidable dos pozas	und	1	250	250.00
02.12.04	Limpieza final de obra	glb	1	500	500.00
02.12.05	Jardines	m2	55	10	550.00
3	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
3.01	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>				
03.01.01	Salida de agua fría con tubería de pvc-sap 1/2"	pto	6	65.22	391.32
03.01.02	Salida de agua fría para urinario pvc c-10 3/4"	pto	3	74.12	222.36
03.01.03	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 o 1"	m	16	20.66	330.56
03.01.04	Red de distribución interna con tubería de pvc c-10 de 3/4"	m	12	14.31	171.72
03.01.05	Caja nicho para válvulas y medidor	und	4	51.5	206.00
03.01.06	Caja nicho para válvulas incluye tapa	und	1	33.5	33.50
03.01.07	Válvula compuerta de 1/2"	und	4	65.44	261.76
03.01.08	Válvula compuerta de 1"	und	1	101.64	101.64

<b>PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA DE AREA DE TERRENO DE 130M2</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>PARCIAL (S/.)</b>
3.02	<b>SISTEMA DE AGUA CALIENTE</b>				
03.02.01	Salida de agua caliente con tubería de cpvc ø 1/2"	pto	3	79.21	237.63
03.02.02	Red de distribución de agua caliente tubo cpvc d=3/4"	m	20	19.63	392.60
03.02.03	Válvula compuerta de bronce de 1/2"	pza	3	65.44	196.32
03.02.04	Calentador solar de agua con tanque de capacidad 80 lt.	und	1	1,200.00	1,200.00
3.03	<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>				
03.03.01	Extintor pqs de 12 kg	und	1	197.79	197.79
3.04	<b>Sistema de desagüe</b>				2,165.72
03.04.01	Salida de desagüe en pvc-p 2"	pto	8	70.59	564.72
03.04.02	Salida de desagüe en pvc-p 4"	pto	3	114.02	342.06
03.04.03	Red de derivación pvc sal para desagüe de 2"	m	8	11.41	91.28
03.04.04	Red de derivación pvc sal para desagüe de 4"	m	6	17.25	103.50
03.04.05	Registro de bronce 2"	und	4	27.39	109.56
03.04.06	Registro de bronce 4"	und	1	39.18	39.18
03.04.07	Sumidero de bronce roscado 2"	und	5	48.22	241.10
03.04.08	Caja de registro de desagüe 12" x 24"	und	2	101.39	202.78
03.04.09	Red colectora enterrada con tubería de pvc-sap ø 4"	m	18	23.79	428.22
03.04.10	Sombrero ventilación pvc ø 2"	pza	2	21.66	43.32
3.05	<b>SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL</b>				
03.05.01	Canaleta metálica aluzincada para drenaje pluvial	m	14	21.83	305.62
03.05.02	Montante y/o bajantes pluviales con tub pvc-p ø 4"	m	12	26.27	315.24
03.05.03	Tubería colectora enterrada de aguas pluviales con tubo pvc-p ø 4"	m	6	29.84	179.04
03.05.04	Caja de registro de aguas pluviales 12" x 24"	und	1	101.39	101.39
3.06	<b>VARIOS</b>				
03.06.01	Conexión a medidor de agua	und	1	750	750.00
4	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
04.01.01	Salida para centro de luz	pto	20	75.19	1,503.80
4.02	<b>SALIDA DE FUERZA</b>				
04.02.01	Salida para tomacorriente bipolar doble con pvc	pto	24	65.29	1,566.96
4.03	Salida de señales débiles				906.66
04.03.01	Salida para teléfono y data	pto	6	151.11	906.66
4.04	<b>CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERIAS</b>				
04.04.01	Tubería 20mm ø pvc-p	m	50	9.79	489.50
4.05	Conductores y/o cables	m			418.40

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA DE AREA DE TERRENO DE 130M2					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
04.05.01	CONDUCTOR LSOHX(3-1x2.5mm2+1-1x2.5mm2(N))	m	80	5.23	418.40
4.06	Artefactos de iluminación				1,497.40
04.06.01	Lámpara rectangular 120x60 tubular led	und	10	84.25	842.50
04.06.02	Lampara ahorradora de 15 w	und	10	43.92	439.20
04.06.03	Luz de emergencia	und	2	107.85	215.70
<b>4.07</b>	<b>VARIOS</b>				
04.07.01	Caja de pase 100x100x50 p	und	3	33.59	100.77
04.07.02	Tablero eléctrico de 18 polos	und	1	914.24	914.24
04.07.03	Pozo a tierra	und	1	850	850.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>110,581.29</b>
GASTOS GENERALES %				8%	<b>9,846.50</b>
UTILIDAD				5%	<b>5,529.06</b>
<b>SUB TOTAL</b>					<b>125,956.85</b>
<b>IGV %</b>				18%	<b>22,672.23</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>					<b>148,629.09</b>
<b>COSTOS PRE - OPERATIVOS (Elaboración de expediente técnico)</b>				3%	<b>4,458.87</b>
<b>VALOR DEL TERRENO</b>		<b>Área</b>	<b>Precio/m2 (S/)</b>		<b>Parcial (S/)</b>
Valor del terreno en Cajamarca 130.00 150.00		<b>130,00</b>	150		<b>19,500.00</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>172,587.96</b>

Del presupuesto anterior se puede concluir que el costo de una vivienda unifamiliar construida con el Sistema SMDL de 2 niveles en la ciudad de Cajamarca, es de 335.43 dólares americanos aproximadamente por m<sup>2</sup>. (Costo de construcción + costo de terreno + costo de elaboración de expediente técnico). El costo se puede aproximar a 340.00 dólares americanos por metros cuadrados de construcción de una vivienda unifamiliar por un sistema constructivo innovador.

Tabla 10

Cuadro Comparativo de costos por cada sistema constructivo

<b>CUADRO COMPARATIVO DEPRECIOS POR SISTEMAS CONSTRUCTIVOS (SE USÓ UNA TASA DE CAMBIO DE 3.93)</b>			
<b>SISTEMAS CONSTRUCTIVOS</b>	<b>COSTO TOTAL (EN SOLES)</b>	<b>COSTO POR M2 (EN SOLES)</b>	<b>COSTO POR M2 (EN DOLARES)</b>
<b>SISTEMA TRADICIONAL</b>	<b>200,623.93</b>	<b>1,543.26</b>	<b>392.69</b>
<b>SISTEMA LLAXTA</b>	<b>240,571.06</b>	<b>1,850.55</b>	<b>470.88</b>
<b>SISTEMA RBS</b>	<b>213,150.06</b>	<b>1,639.62</b>	<b>417.21</b>
<b>SISTEMA GHS</b>	<b>172,731.63</b>	<b>1,328.70</b>	<b>338.09</b>
<b>SISTEMA SMDL</b>	<b>171,372.55</b>	<b>1,318.25</b>	<b>335.43</b>

### 3.2.3.1 Resultados de la evaluación económica por metro cuadrado de una vivienda unifamiliar

La comparación se realizó por cada sistema constructivo en cuanto a los costos unitarios de un metro cuadrado para construir una vivienda unifamiliar tomando como referencia el costo de construcción de una vivienda por el sistema tradicional. De la tabla 10 se concluye que el sistema constructivo innovador con respecto al sistema tradicional, está más económico el sistema SMDL, es un buen sistema que si disminuye la inversión presupuestal para la construcción de viviendas unifamiliares en Cajamarca.

### **3.2.4 Evaluación por diseño sismo resistente y acabados de las estructuras de cada sistema constructivo.**

La comparación se hizo de cada sistema constructivo en cuanto al diseño sismo, resistente y acabados de las estructuras por medio de tabla 11, para definir cuál es más eficiente y económico.

Tabla 11.

Tabla comparativa de diseño sismo resistentes y acabados de las estructuras por cada sistema constructivo.

<b>Sistema Constructivo</b>	<b>Diseño Sismo resistente de las estructuras</b>	<b>Acabados</b>
<b>SISTEMA DE VIVIENDAS PREFABRICADAS LLAXTA</b>	<p>Seguridad antisísmica. Debido a la localización de las placas tectónicas (Ica se encuentra ubicado en zona sísmica XI) fue necesario prescindir de la forma constructiva tradicional. Un ensayo sísmico realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP para un prototipo de vivienda de la instalación confirmó la seguridad sísmica hasta 9 en la escala sismológica de Richter. La seguridad sísmica se alcanza por la combinación de construcción monolítica, el diseño especial de la armadura y la tecnología de uniones desarrollada por Llaxta.</p>	<p>En la fábrica se realiza el acabado de los módulos, que incluye pintura, instalación sanitaria, así como montaje de ventanas y puertas. Una vez terminado, el módulo de ambiente es transportado a obra para su montaje.</p>
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO RBS, AZEMBLA</b>	<p>Cumple con los parámetros de Rigidez y Resistencia de la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el sistema RBS posee el ensayo dinámico de simulación sísmica de un módulo de dos pisos, conforme a las dimensiones del simulador sísmico y del laboratorio de estructuras antisísmicas de la Universidad Pontificia Católica del Perú. El comportamiento del módulo fue Elástico. Resistiendo fases sísmicas de características Muy Severo. El sistema constructivo RBS mantiene las uniones entre los diferentes elementos estructurales de forma monolítica, proporcionando seguridad sísmica.</p>	<p>Los acabados quedan en los módulos de PVC permanecen estables a través del tiempo, además de dar un mejor acabado permiten contar con una vivienda sin bacterias, hongos ni humedades.</p>
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO GHS (GLOBAL HOUSING SOLUTIONS)</b>	<p>El sistema de edificaciones de GHS se diseñaría cumpliendo los requisitos establecidos en el Reglamento para el Sistema Estructural de Muros de Carga de concreto reforzado. Cumpliendo los requisitos definidos en el Título A Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente, Título B Cargas, Título C, Concreto Estructural, especialmente los incluidos en los Capítulos C.14 - Muros, y C.21 - Requisitos de Diseño Sismo Resistente, Títulos J y K en cuanto a los requerimientos de medios de evacuación y</p>	<p>Las paredes de concreto y plástico conforman en simultáneo la fachada interior y exterior de la vivienda. Las superficies son planas, sencillas para limpiar y no precisan ningún tipo de pintura o revoque adicional. De este modo se protege al núcleo del concreto de forma permanente contra los efectos exteriores. Así se garantiza una estética agradable, un alto estándar de higiene y una resistencia que se prolongará por décadas.</p>

protección contra incendios y Título I-Supervisión Técnica Independiente durante el proceso de construcción. En caso de presentar la edificación a construir más de un piso, se diseñarían los entresijos cumpliendo los requisitos del Reglamento NSR-10 y con los materiales permitidos por el Reglamento.

Se caracteriza por presentar resistencia ante cargas sísmicas y cargas de gravedad, en las dos direcciones, se da por muros de concreto armado que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes. Los muros son de espesores reducidos, no se tiene extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola fila. Los sistemas de piso son losas macizas o aligeradas que tienen la función de diafragma rígido. Conjuntos Estructurales de estructura muros de ductilidad limitada.

No requiere acabados los módulos son en concreto armado

**SISTEMA DE MUROS  
DE DUCTILIDAD  
LIMITADA SMDL**

---

### **3.2.4.1 Resultados de la evaluación por diseño sismo resistente y acabados de las estructuras de cada sistema constructivo.**

La evaluación por diseño sismo resistente y acabado de las estructuras de cada sistema constructivo se realizó por medio de una tabla comparativa, tabla 11.

Según la comparación mostrada se concluye que el sistema de Llaxta tiene un diseño sismo resistente para una vivienda de seguridad sísmica hasta 9 en la escala sísmológica de Richter. La seguridad sísmica se alcanza por la combinación de construcción monolítica, el diseño especial de la armadura y la tecnología de uniones desarrollada por Llaxta.

El sistema constructivo RBS, se concluye que en su diseño sismo resistente, los parámetros de rigidez y resistencia de la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, posee el ensayo dinámico de simulación sísmica de un módulo de dos pisos, el comportamiento del módulo fue elástico, resistiendo fases sísmicas de características muy severo. El sistema constructivo RBS mantiene las uniones entre los diferentes elementos estructurales de forma monolítica, proporcionando seguridad sísmica.

El sistema de edificaciones de GHS se diseña cumpliendo los requisitos establecidos en el Reglamento para el sistema estructural de muros de carga de concreto reforzado. Cumpliendo los requisitos definidos en el título A requisitos generales de diseño y construcción

sismo resistente. Del cual se concluye que si cumple con un diseño que garantiza rigidez y resistencia.

El sistema SMDL Se caracteriza por presentar resistencia ante cargas sísmicas y cargas de gravedad, en las dos direcciones, se da por muros de concreto armado que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes. Si cumple con un diseño sismo resistente.

Con respecto al diseño sismo resistente los cuatros sistemas constructivos cumplen con este punto ya que garantizan la rigidez y resistencia de la edificación.

Y por último los acabados (ver tabla 11), para el sistema Llaxta al momento de la fabricación se realiza el acabado de los módulos, que incluye pintura, instalación sanitaria, así como montaje de ventanas y puertas. Una vez terminado, el módulo de ambiente es transportado a obra para su montaje, los acabados del sistema RBS, quedan en los módulos de PVC permanecen estables a través del tiempo, además de dar un mejor acabado permiten contar con una vivienda sin bacterias, hongos ni humedades y los acabados en el sistema GHS, las paredes de concreto y plástico conforman en simultáneo la fachada interior y exterior de la vivienda. Las superficies son planas, no necesitan ningún tipo de pintura o acabado adicional. De este modo se protege al núcleo del concreto de forma permanente contra los efectos exteriores. Así se garantiza una estética agradable, un alto estándar de higiene y una resistencia que se prolongará por décadas.

El sistema SMDL, tiene buen comportamiento sismo resistente, y además no requiere acabado por lo tanto es un sistema que es indicativo de economía.

En conclusión, los sistemas más eficientes y económicos en cuanto acabados son: el sistema GHS ya que no necesita un costo adicional para acabados y el sistema de muros de ductilidad limitada SMDL.

Con los resultados obtenidos en la tabla 10, en cuanto a los costos de los cuatro sistemas con nuevas tecnologías, comparándolos respecto al sistema tradicional, se puede verificar la hipótesis planteada, que con un costo en soles por m<sup>2</sup> de un sistema tradicional de 200.623,93 soles y el costo menor es el del sistema SMDL es de 171.372,55 soles, equivale a una reducción de inversión del 14,58 % de inversión presupuestal, por lo tanto, la hipótesis es verdadera.

## CAPÍTULO IV.

### 4.1-DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general, la búsqueda de nuevas tecnologías de construcción que permitan disminuir la inversión presupuestal en viviendas unifamiliares de la ciudad de Cajamarca en el año 2021, los sistemas encontrados fueron nueve (9) sistemas en total y se analizaron cuatro (4) en los capítulos de método y resultados.

### 4.2. DISCUSIÓN:

Según la investigación brindada por Alex Quiróz Vásquez – 2014; “Evaluación de los efectos en la construcción de viviendas informales de albañilería en el sector Fila Alta, provincia Jaén – Cajamarca”, el cual se adapta perfectamente a la situación en la ciudad de Cajamarca, se tomaron como muestra a 15 viviendas las cuales presentan fallas emitidas in-situ dejando en evidencia la deficiente calidad de mano de obra, cercos alféizer y tabiquería no aislados en la estructura principal con 53% incidencia que deja en evidencia a constructores empíricos que hacen uso de herramientas poco especializadas para su objetivo. Se encontró que el 100% de la muestra de las viviendas estudiadas presentan defectos y errores cometidos en la construcción, por no contar con planos, ni asesoramiento profesional y por la limitación de recursos económicos. (2014, p.x).

Este estudio realizado, sirve para seguir investigando sobre sistemas constructivos innovadores para la construcción de viviendas unifamiliares en Cajamarca que sean de menor costo y que brinden bienestar, seguridad estructural y

confort.

En la revista de J. Monjo Carrió, Dr. Arquitecto. Director del IETcc. España *“La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización”*, menciona que la eficiencia de los procesos de constructivos, se puede dividir en varios subprocesos, a saber:

- Producción de materiales: resulta muy dividido en toda la industria, ha crecido y se ha ido adaptado a las nuevas técnicas de producción industriales.
- Proyecto: Se ha adaptado, pero no se aprovechan del todo por las posibilidades de eficiencia en el proceso, y el proyectista al no tener como objetivo claro una opción constructiva, dejando en muchos casos la solución definitiva a la improvisación de la obra.
- Ejecución en obra: este subproceso suele ser el menos eficiente, porque tiene uso excesivo de mano de obra y tiene a usar la improvisación y las técnicas de construcción artesanales, sin el conocimiento y la instrucción adecuada por parte de esa mano de obra.
- Mantenimiento: resulta muy esporádico, carece de metodología, y a veces inexistente, especialmente cuando se trata de edificios residenciales en comunidad de propietarios, sin un planteamiento claro desde el proyecto.

Se podría condicionar esos subprocesos y considerar los siguientes aspectos:

- Modulación general del sistema estructural, para facilitar la coordinación de los propios elementos estructurales (columnas, vigas, forjados) además de los cerramientos y acabados (fachadas, tabiques, etc.).
- Máximo aprovechamiento de espacios interiores, en cuanto a la

distribución -funcional y eliminar recorridos innecesarios.

- Unificación de instalaciones verticales (cuartos húmedos, acondicionamiento, ventilación, etc.), así para facilitar la ejecución de esas instalaciones.
- Modulación de los elementos de cerramientos y acabados, dentro de lo posible, aceptar elementos prefabricados, o para racionalizar la ejecución en obra y el mantenimiento.
- Planteamiento de los procesos de mantenimiento para asegurar su factibilidad.
- Especificaciones claras de la calidad de los materiales y productos para asegurar la necesaria durabilidad de los elementos.

Tomando en cuenta estos enfoques de sistemas constructivos, basamos el trabajo de tesis en la búsqueda de documentos que nos den una apertura clara y nos lleve a indagar con la información necesaria y más precisa para darle sustento técnico en cuanto a las nuevas tecnologías de sistemas y/o procesos de construcción, las cuales hicimos énfasis para el logro de los resultados y cumplir con los objetivos planteados.

En esta investigación la cual se basó en la recopilación de información de relativa a nueve sistemas constructivos innovadores que han sido implementados tanto de manera internacional como a nivel nacional, se procede a realizar comparaciones de acuerdo a: procedimientos de construcción, tiempo de ejecución, rendimiento, materiales y equipos, en los cuales se utilizan nuevas tecnológicas que garantizan diseños antisísmicos, mano de obra no calificada en algunos sistemas, control ambiental, sistemas que tienen una inversión inicial mayor que un sistema

convencional pero a largo plazo su inversión baja notablemente por la cantidad de casas unifamiliares que se pueden construir, el acabado es bajo, nulo en uno de los sistemas, el mantenimiento es menor y sobre todo la adquisición de las viviendas para las personas son accesibles y con planes de financiamiento que se ajustan a la economía peruana.

El estudio de la investigación se realizó en base al análisis de cuatro sistemas constructivos en general tienen costos y comportamientos similares, esto nos indica que en la ciudad de Cajamarca se pueden implementar cualquier sistema.

La información obtenida es más que todo del procedimiento constructivo de cada sistema por lo que se realizó comparaciones específicas que fueran similares para concluir el que sea más eficiente y el que sea de menor costo este último parámetro se realizó tomando como referencia el costo por m<sup>2</sup> de una vivienda construida con el sistema tradicional.

#### **4.3- DELIMITACIÓN DE TIEMPO.**

El tiempo delimitado para esta investigación como es del tipo documental se establece un tiempo de estudio desde el mes de agosto hasta el mes de setiembre del año 2021, la recolección de la información se realizó hasta esos dos meses, es de resaltar que la información, resultados y conclusiones puede cambiar en los meses posteriores.

#### **4.5- DELIMITACIÓN DE ESPACIO**

Esta investigación se delimita a cuatro sistemas constructivos innovadores los cuales han sido implementados a nivel internacional y nacional, y se pueden ejecutar para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad de Cajamarca.

Se limitó la investigación al estudio y comparación de cuatro sistemas constructivos no convencionales, porque tienen referencias similares en cuanto a la construcción de viviendas unifamiliares porque su ejecución abarca de manera general una propuesta de construcción desde el módulo de la casa hasta la losa de techo.

El estudio se limitó a cuatro nuevas tecnologías, porque son sistemas aprobados por SENCICO (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción), para ser implementados en el Perú, además aún están vigentes.

#### **4.6- CONCLUSIONES**

- Los procesos constructivos innovadores que se analizaron durante la investigación fueron nueve, de los cuales cinco sistemas son de origen internacional provenientes de: Canadá, Colombia, Alta Austria, México y Brasil que son además aprobados para que se implementen en el Perú y los cuatro restantes ya se están implementando a nivel nacional.
- La comparación entre el sistema constructivo tradicional con los cuatro procesos constructivos analizados, resultó que sirve de buena referencia para los costos de construcción de una vivienda que tenga los mismos metros cuadrados y comprender en que características aportan los nuevos sistemas.
- El sistema de vivienda prefabricada Llaxta, emplea la grúa como equipo principal para colocación de la casa prefabricada en sitio final. Es un punto limitante debido a que es un equipo de mantenimiento costoso y debe ser operado por personal calificado. Para los otros sistemas constructivos RBS y GHS, son de uso complementario, en caso del sistema SMDL también es de uso principal, pero solo

en el sitio de la obra es menos costoso, porque solo lo requieren para actividades específicas.

En los sistemas Llaxta y GHS, se requieren mano de obra especializada, esto conlleva a una limitación para la implementación de alguno de estos dos sistemas innovadores en la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad en estudio, porque amerita costos elevados.

A comparación, los sistemas constructivos RBS y SMDL requieren mano de obra no especializada, por lo tanto, los costos de mano de obra son menores en estos dos sistemas constructivos.

El mayor rendimiento lo tiene el sistema Llaxta, debido a que la fabricación de la vivienda en su totalidad dura tres días en planta.

El sistema Llaxta se ha desarrollado de manera práctica en varias zonas del Perú, este innovador sistema en la construcción de viviendas en serie se ha ejecutado en la ciudad de Ica, se está expandiendo al norte del País, y a su vez están desarrollando proyectos en Piura. Este sistema tiene como meta atender las necesidades de poblaciones en diversos puntos del país, desde Marcona hasta Lima en el sur y ciudades del norte como Trujillo, Tumbes y Chiclayo, así como también en la sierra sur y sierra central. La empresa que construye con este sistema constructivo se llama constructora-inmobiliaria peruana que se dedica a la producción de casas en serie prefabricadas. Está trabajando en el país desde el año 2013 hasta la actualidad.

El sistema RBS, se ha implementado en Perú en varios proyectos de construcción en el periodo (2002 – 2017) en zonas remotas con excelente adaptación a condiciones climáticas extremas. La Corporación La Perla, es la empresa del país con licencia para implementar el sistema constructivo RBS, que pertenece al Grupo Soto, grupo

de empresas trasnacionales, que cuenta con el respaldo directo de la compañía Azembla.

El sistema GHS, ha sido aprobado para ser desarrollado en Perú, por la empresa UNUS PERU S.A.C., en el año 2018 fue construido urbanismos en Chíncha-Perú y en Pasco. En cambio, el sistema SMDL, se ha utilizado en la construcción de viviendas unifamiliares en las ciudades de Piura, Trujillo y Chimbote.

- El costo estimado del proyecto de una vivienda unifamiliar de 130mt<sup>2</sup> de área de terreno construido con sistema de muros de ductilidad limitada (SDML), fue de 171.372,55 soles en la ciudad de Cajamarca; quedando expresado en dólares a una tasa de 3.93 equivalente a 335,43 dólares el metro cuadrado, reduciendo en un 14.58% la inversión presupuestal respecto a una vivienda convencional. Por lo tanto, la hipótesis planteada, **“Con las nuevas tecnologías para la construcción de viviendas unifamiliares, se ha logrado reducir más del 10% la inversión presupuestal, respecto a las viviendas unifamiliares construidas con el sistema tradicional o convencional”**. De acuerdo a los resultados, la hipótesis es verdadera, ya que un sistema innovador SMDL comparado con el sistema tradicional, resultó reducir el presupuesto de inversión para la construcción de una vivienda en 14,58%, lo cual es más del 10%.

## REFERENCIAS

Resolución Ministerial Número 140-2021-Viviendam (2021). *Expediente técnico de aprobación del Sistema Constructivo No Convencional GHS.*

Cruzado Mejía, R. E. (2020). *Evaluación de la productividad en los procesos de Albañilería utilizando la metodología Lean Construction en viviendas unifamiliares del distrito de Cajamarca.* Universidad Privada del Norte.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2020). *Informe técnico. Producción Nacional Febrero, 2020. Número 4.* Publicación Abril.2020.

Guerra V., B. G. (2019). *Manual de Seguridad para Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada, para la Construcción.* Universidad Internacional SEK del Ecuador. Quito-Ecuador.

Resolución Ministerial Número 214-2019-Vivienda (2019). *Expediente técnico de aprobación del Sistema Constructivo No Convencional RBS Azembla.*

Resolución Ministerial Número 069-2018-Vivienda, (2018). *Expediente técnico de aprobación del Sistema Constructivo Sistema Belon Decken.*

Chang Breña, M.A. (2014). *Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular.* Pontificia Universidad Católica del Perú.

Acero Cajigas, E. A. y Mayorga Ortégón S. A. (2014). *Porque el sistema Royal Building System para vivienda de interés social para el municipio de Soacha.* Universidad Católica de Colombia.

Mendoza Neyra, Diego, Proyecto inmobiliario de viviendas unifamiliares las praderas de Lurín: análisis, diseño y construcción en albañilería confinada, 2010, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú

Resolución Ministerial Número 400-2017-Vivienda, (2017). *Expediente técnico de aprobación del Sistema Constructivo en seco ETERNIT.*

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, INDECOPI. (2014). Reporte electrónico Tecnológico Número 9. *Sector Vivienda y Construcción. Tema: Sistemas Constructivos Convencionales y no Convencionales.*

Ramírez Herrada, C.A.F.J. (2012). *Optimización de procesos constructivos en el condominio Bolognesi-Puente Piedra.* Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú.

Resolución Ministerial Número 024-2012-Vivienda, (2012). *Expediente técnico de aprobación del Sistema Constructivo LLAXTA.*

Sistema de casas prefabricadas Llaxta: <http://www.llaxta.com>

Sistema constructivo GHS: <https://www.ghs-housing.com/es>

Sistema constructivo RBS: <https://azembla.com.co/es/>

Tipos de viviendas: <https://gghomes.es/tipos-de-viviendas-unifamiliares/>

Sistema modular: <https://www.ratec.org>

## ANEXOS

### **ANEXO N.º 1. Procedimiento Constructivo del Sistema Llaxta.**



*Figura 37. Menos de 48 h desde el comienzo hasta la vivienda terminada. Fuente: <http://revistapyc.com/Articulos/Grupo60/ART-60-G.pdf>.*



*Figura 38. Obra bruta de la nave de producción. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 39. La planta en Ica. Tras finalizar la construcción, la nave. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



Figura 29. Producción coFFigura 40. Encofrados de módulos, encofrados de techos y escaleras, así como en batería, la nave. Fuente: <http://revistapyc.com>.



*Figura 41. El encofrado de módulo abierto. Los elementos para huecos como ventanas y puertas están fijados al encofrado exterior. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 42. El núcleo preparado con armadura, piezas montadas, conexiones de agua y corriente se coloca en el encofrado de módulo. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 43. Conexión de la bomba al encofrado. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 44. Tras retirar el «núcleo contraíble» ya se puede abrir el encofrado exterior. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 45. Cantos afilados y superficies lisas de encofrado en todos los lados. Fuente: <http://revistapyc.com>*



*Figura 46. Módulo de ambiente es transportado para su procesamiento posterior. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 47. Con la ayuda de travesaños especiales y una grúa de 12,5 t, el módulo de ambiente es transportado para su procesamiento posterior. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 48. Paralelamente se producen techos. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 49. Paralelamente se producen escaleras por separado. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 50. Paralelamente se producen balcones por separado. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 51. El acabado de los módulos de ambiente se realiza en fábrica. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



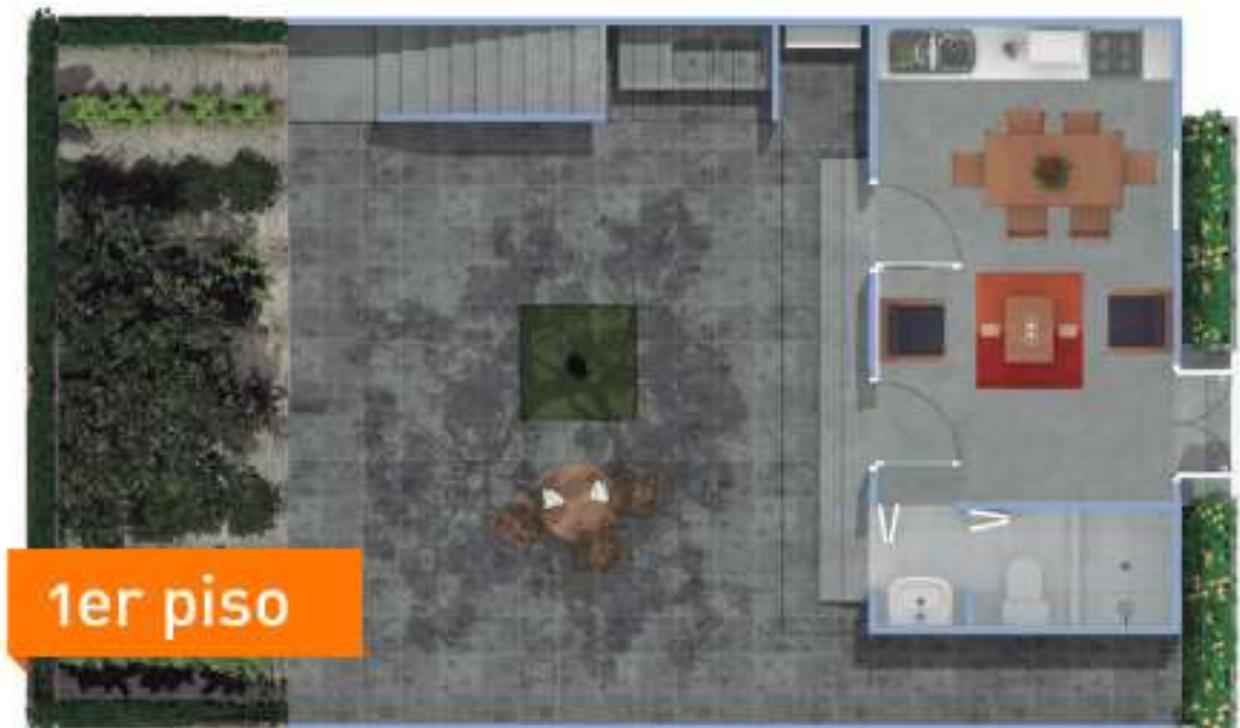
*Figura 52. El módulo terminado es transportado a obra listo para su montaje. Fuente: <http://revistapyc.com>.*

## **ANEXO N.º 2.**

### **Planos de planta de las casas unifamiliares del sistema Llaxta.**



*Figura 53. Planta de casa unifamiliar de 70 m<sup>2</sup>. Tipo de casa Camelia Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 54. Planta de casa unifamiliar de 56,52 m<sup>2</sup>. Área de construcción 100 m<sup>2</sup> Piso 1. Tipo de casa Acacia. Fuente:<http://revistapyc.com>.*



*Figura 55. Planta de casa unifamiliar de 56,52 m<sup>2</sup>. Área de construcción 100 m<sup>2</sup> Piso 2. Tipo de casa Acacia. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 56. Planta de casa unifamiliar de 77,04 m<sup>2</sup>. Área de construcción 135 m<sup>2</sup> Piso 1. Tipo de casa Buenavista. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 57. Planta de casa unifamiliar de 77,04 m<sup>2</sup>. Área de construcción 135 m<sup>2</sup> Piso 2. Tipo de casa Buenavista. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 58. Planta de casa unifamiliar de 77,04 m<sup>2</sup>. Área de construcción 145 m<sup>2</sup> Piso 1. Tipo de casa Dalia. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



*Figura 59. Planta de casa unifamiliar de 77,04 m<sup>2</sup>. Área de construcción 145 m<sup>2</sup> Piso 2. Tipo de casa Dalia. Fuente: <http://revistapyc.com>.*



Figura 60. Planta de casa unifamiliar de 52,41 m<sup>2</sup>. Área de construcción 70 m<sup>2</sup> Piso 1. Tipo de casa Gardenia. Fuente: <http://revistapyc.com>



Figura 61. Planta de casa unifamiliar de 52,41 m<sup>2</sup>. Área de construcción 70 m<sup>2</sup> Piso 2. Tipo de casa Gardenia. Fuente: <http://revistapyc.com>

#### ANEXO N.º 4 Procedimiento Constructivo del sistema RBS



*Figura 62. La cimentación es de zapata corrida de concreto armado a lo largo de los ejes de los muros. Fuente: Corporación La Perla.*



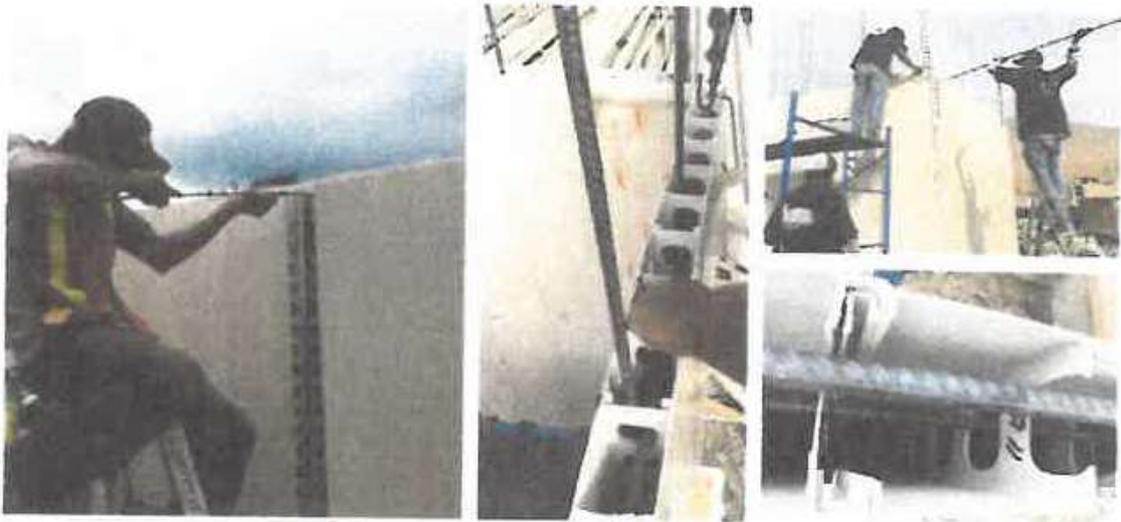
*Figura 63. Los ductos de las instalaciones eléctricas y sanitarias coinciden las salidas con los alveolos de los paneles. Fuente: Corporación La Perla.*



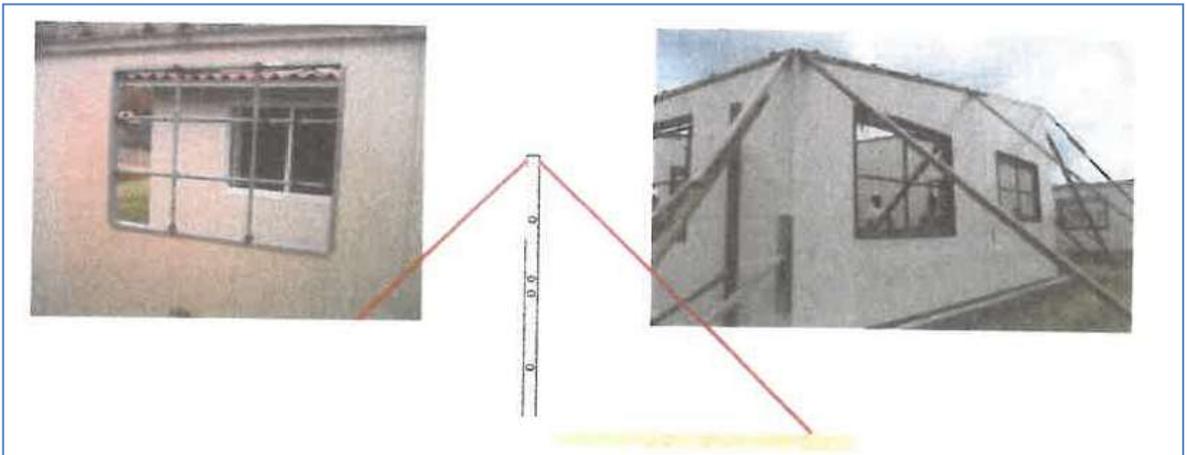
*Figura 64. Losa de concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Fuente: Corporación La Perla.*



65. Replanteo y fijación de muros sobre la losa de concreto y fijación de guías temporales. Fuente: Corporación La Perla.



*Figura 66. Acero horizontal. Fuente: Corporación La Perla.*



*Figura 67. Refuerzo temporal, vanos y paneles apuntalados. Fuente: Corporación La Perla.*





*Figura 69. Armado de Techo aligerado. Fuente: Corporación La Perla.*



*Figura 70. Vaciado de concreto en Techo. Fuente: Corporación La Perla.*



*Figura 71. Casa Lebrija de 70 m<sup>2</sup> .Fuente:<https://azembla.com.co/es/content/prot-vivienda-tradicional>*



Figura 72. Casa Palmeras de 120 m<sup>2</sup> .Fuente:<https://azembla.com.co/es/content/prot-vivienda-tradicional>

### ANEXO N.º 5. Planos de planta de casas del sistema RBS.



Figura 73. Plano de planta de casa de 70 m<sup>2</sup>. Fuente: <https://azembla.com.co/es/content/prot-vivienda-tradicional>



Figura 74. Plano de planta de casa de 120 m2. Fuente: <https://azembla.com.co/es/content/prot-vivienda-tradicional>

## **ANEXO N.º 6. Procedimiento Constructivo del Sistema GHS (GlobalHousing Solutions).**



*Figura 75. Preparación de cimientos y nivelación del subsuelo. Se coloca el acero corrugado y se tienden tuberías sanitarias. Fuente: <https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html>*



*Figura 76. Al colocar los perfiles de pared de PVC, se unen a los cimientos.  
Fuente:<https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html>*

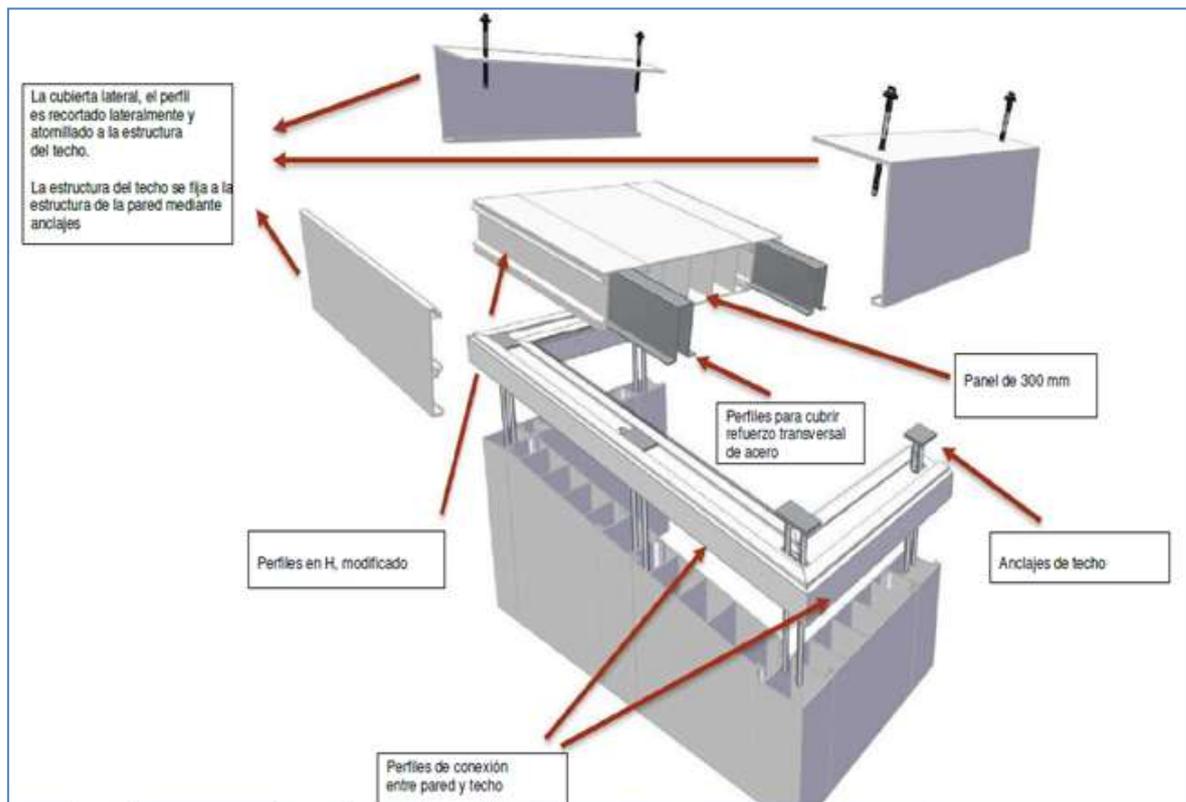


Figura 77. Estructura Muros y Techos. Fuente: <https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html>



*Figura 78. Encofrado de madera en paneles de paredes de PVC.*

*Fuente: <https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html>*



*Figura 79. Encofrado de madera en paneles de paredes de PVC y armado del acero corrugado.  
Fuente: <https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html>*



*Figura 80. Los perfiles de pared se rellenan con concreto (a través de una bomba o de forma manual con cubetas. Fuente: <https://docplayer.es/15263402-Ghs-permanent-home-otorgamos-un-hogar-a-las-personas-rapido-seguro-simple.html>)*

## ANEXO N. °4 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

### OBRAS PROVISIONALES

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Instalaciones provisionales				
Ítem	01.01.01			Costo Unitario	
Rendimiento	glb/día	UNIDAD:	glb	2.200,00	
Código	Descripción		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
4020100020004	Contenedor de oficinas	mes	2,00	350,00	700,00
4020100020005	Contenedor de almacenes	mes	2,00	250,00	500,00
402020003	Baños Portátiles	mes	2,00	500,00	1.000,00
					2.200,00
<b>COSTO UNITARIO</b>		<b>2.200,00</b>	<b>glb</b>		

Figura 81. ACU. Obras provisionales

### OBRAS PRELIMINARES

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y herramientas				
Ítem	01.02.01			Costo Unitario	
Rendimiento	glb/día	UNIDAD:	glb	2.000,00	
Código	Descripción		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
4240100010001	S/C Movilización y desmovilización de equipos	mes	1,00	1.500,00	1.500,00
4240100010004	S/C Movilización y desmovilización de equipos menores	mes	1,00	500,00	500,00
					2.000,00
<b>COSTO UNITARIO</b>		<b>2.000,00</b>	<b>glb</b>		

Figura 82. ACU Obras preliminares

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Trazo y replanteo inicial y durante la ejecución de la obra				
Ítem	01.02.02			Costo Unitario	
Rendimiento	mes/día	UNIDAD:	mes	2.112,50	
Equipo					
Código	Descripción		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
301000012	Equipo de Topografía	mes	0,25	3.500,00	875,00
301010006	Herramientas manuales	%	10,00	1.125,00	112,50
Mano de obra					
1010300000004	Personal de Topografía	mes	0,25	4.500,00	1.125,00
					2.112,50
<b>COSTO UNITARIO</b>			<b>2.112,50</b>	<b>mes</b>	

Figura 83. ACU Replanteo

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Seguridad de obra				
Ítem	01.02.03			Costo Unitario	
Rendimiento	glb/día	UNIDAD:	glb	4.500,00	
Código	Descripción		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
423130004	S/C plan, seguimiento y control de seguridad	glb	1,00	4.500,00	4.500,00
					4.500,00
<b>COSTO UNITARIO</b>			<b>4.500,00</b>	<b>glb</b>	

Figura 84. ACU Seguridad

**MOVIMIENTO DE TIERRA**

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Limpieza del terreno				
Ítem	01.03.01			Costo Unitario	
Rendimiento	40,000 m2/día	UNIDAD:	m2	2,25	
Código	Equipo		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Descripción				
301010006	Herramientas manuales	%	3,00	6,85	0,11
	<b>Mano de obra</b>				
101010005	Peón	hh	0,20	10,71	2,14
					<b>2,25</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>		<b>2,25</b>	<b>m2</b>		

Figura 85. ACU Limpieza del terreno

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Nivelación de terreno manual				
Ítem	01.03.02			Costo Unitario	
Rendimiento	50,000 m2/día	UNIDAD:	m2	7,06	
Código	Equipo		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Descripción				
301010006	Herramientas manuales	%	3,00	6,85	0,21
	<b>Mano de obra</b>	<b>Cuadrilla</b>			
101010005	Peón (hh)	4	0,64	10,71	6,85
					<b>7,06</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>		<b>7,06</b>	<b>m2</b>		

Figura 86. ACU Limpieza del terreno

Figura 87. ACU Relleno

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Relleno con material propio				
Ítem	01.03.04			Costo Unitario	
Rendimiento	15,000 m3/día	UNIDAD:	m3	24,01	
Código	Descripción		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
290130022	Agua	m3	0,10	5,00	0,50
<b>0,50</b>					
Equipos		Cuadrilla	Cantidad		
301010006	Herramientas manuales		3,00	18,68	0,56
3012900010007	Vibroapisonador 4 hp (hm)	1,0000	0,5333	8,00	4,27
<b>4,83</b>					
Mano de Obra		Cuadrilla	Cantidad		
101010002	Capataz (hh)	1,0000	0,0533	16,15	0,86
101010003	Oficial (hh)	1,0000	0,5333	12,00	6,40
101010005	Peon (hh)	1,0000	1,0667	10,71	11,42
<b>18,68</b>					
<b>COSTO UNITARIO</b>			<b>24,01</b>	<b>m3</b>	

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Excavación manual para estructuras				
Ítem	01.03.03			Costo Unitario	
Rendimiento	3,000 m3/día	UNIDAD:	m3	29,42	
Código	Equipo		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Descripción					
301010006	Herramientas manuales	%	3,00	28,56	0,86
Mano de obra		Cuadrilla			
101010005	Peón (hh)	1	2,67	10,71	28,56
<b>29,42</b>					
<b>COSTO UNITARIO</b>			<b>29,42</b>	<b>m3</b>	

Figura 88. ACU Excavación manual

**SOLADOS**

<b>ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO</b>					
<b>Partida</b>	<b>Solado - concreto c:h 1:12 (e=5 cm)</b>				
<b>Ítem</b>	<b>01.04.01.01</b>			<b>Costo Unitario</b>	
<b>Rendimiento</b>	<b>150,000 m2/día</b>	<b>UNIDAD:</b>	<b>m2</b>	<b>22,10</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>					
2190500010001	Servicio de bomba para concreto premezclado	m3	0,065	30,00	1,95
2190100010003	Concreto premezclado F'C=100 kg/cm2	m3	0,065	260,00	16,90
					<b>18,85</b>
<b>Equipos</b>					
301010006	Herramientas manuales	%	3,0000	3,1600	0,09
					<b>0,09</b>
<b>Mano de Obra</b>					
101010003	Operario (hh)	1,0000	0,0533	15,2	0,81
101010004	Oficial (hh)	1,0000	0,0533	12,00	0,64
101010005	Peon (hh)	1,0000	0,1600	10,71	1,71
					<b>3,16</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>			<b>22,10</b>	<b>m2</b>	

Figura 89. ACU Solado

**MUROS PREFABRICADOS**

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Muro prefabricado de 1,70x2,70m				
Ítem	02.02.01			Costo Unitario	
Rendimiento	12,000 und/día	UNIDAD:	und	186,64	
Código	Descripción		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Materiales</b>				
2190500010001	Servicio de bomba para concreto premezclado	m3	1,059	15,00	15,885
2190100010003	Concreto premezclado F'C=100 kg/cm2	m3	1,053	89,00	93,75
	Muro prefabricado de 1,70x2,70m	m2	3,000	19,92	59,75
					<b>169,39</b>
	<b>Equipos</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	
301010006	Herramientas manuales	%	1,0000	24,32	0,24
3012900010005	Vibradora de concreto de 4 hp de 1,5"	1,0000	0,3333	4,50	1,50
					<b>1,74</b>
	<b>Mano de Obra</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	
101010003	Operario (hh)	1,0000	0,3333	15,2	5,07
101010002	Capataz	0,2000	0,3333	16,15	1,08
101010004	Oficial (hh)	0,5000	0,6667	12,00	4,00
101010005	Peon (hh)	0,5000	1,0000	10,71	5,36
					<b>15,51</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>			<b>186,64</b>	<b>und</b>	

Figura 90. Muro prefabricado

**MUROS RBS**

<b>ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO</b>					
<b>Partida</b>	<b>Muros de perfiles RBS de 100 mm, en paredes 1 er nivel</b>				
<b>Ítem</b>	<b>01.06.01</b>			<b>Costo Unitario</b>	
<b>Rendimiento</b>	<b>24,000 m2/día</b>	<b>UNIDAD:</b>	<b>m2</b>	<b>175,80</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Materiales</b>				
2190500010001	Servicio de bomba para concreto premezclado	m3	1,079	15,00	16,185
2190100010003	Concreto premezclado F'C=100 kg/cm2	m3	1,077	89,00	95,85
	Muros RBS 100 mm	m2	3,000	11,20	33,60
					<b>145,64</b>
	<b>Equipos</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		
301010006	Herramientas manuales	%	3,0000	24,32	0,73
3012900010005	Vibradora de concreto de 4 hp de 1,5"	1,0000	0,3333	4,50	1,50
					<b>2,23</b>
	<b>Mano de Obra</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		
101010003	Operario (hh)	1,5000	0,3333	15,2	7,60
101010002	Capataz	0,3000	0,3333	16,15	1,61
101010004	Oficial (hh)	1,0000	0,6667	12,00	8,00
101010005	Peon (hh)	1,0000	1,0000	10,71	10,71
					<b>27,93</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>		<b>175,80</b>	<b>m2</b>		

Figura 91. Muro RBS para el primer nivel

<b>ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO</b>
-----------------------------------

Partida	Muros de perfiles RBS de 100 mm, en paredes 2 do nivel				
Ítem	01.06.02			Costo Unitario	
Rendimiento	24,000 m2/día	UNIDAD:	m2	175,80	
Código	Descripción		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Materiales</b>				
2190500010001	Servicio de bomba para concreto premezclado	m3	1,079	15,00	16,185
2190100010003	Concreto premezclado F'C=100 kg/cm2	m3	1,077	89,00	95,85
	Muros RBS 100 mm	m2	3,000	11,20	33,60
					<b>145,64</b>
	<b>Equipos</b>		Cuadrilla	Cantidad	
301010006	Herramientas manuales	%	3,0000	24,32	0,73
3012900010005	Vibradora de concreto de 4 hp de 1,5"	1,0000	0,3333	4,50	1,50
					<b>2,23</b>
	<b>Mano de Obra</b>		Cuadrilla	Cantidad	
101010003	Operario (hh)	1,5000	0,3333	15,2	7,60
101010002	Capataz	0,3000	0,3333	16,15	1,61
101010004	Oficial (hh)	1,0000	0,6667	12,00	8,00
101010005	Peon (hh)	1,0000	1,0000	10,71	10,71
					<b>27,93</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>			<b>175,80</b>	<b>m2</b>	

Figura 92. Muro RBS para el segundo nivel.

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Partida	Muros de puertas y ventanas de 100 mm				
Ítem	01.06.03			Costo Unitario	
Rendimiento	10,000 m2/día	UNIDAD:	m2	44,94	
Código	Descripción		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Materiales</b>					
	Muro de puerta RBS	m2	0,800	15,00	12,00
	Muro de ventana RBS	m2	0,500	11,00	5,50
					<b>17,50</b>
<b>Equipos</b>		Cuadrilla	Cantidad		
301010006	Herramientas manuales	%	1,0000	24,32	0,24
					<b>0,24</b>
<b>Mano de Obra</b>		Cuadrilla	Cantidad		
101010002	Capataz	1,0000	0,5570	16,15	9,00
101010005	Peon (hh)	1,5000	1,1332	10,71	18,20
					<b>27,20</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>			<b>44,94</b>	<b>m2</b>	

Figura 93. Muro RBS puertas y ventanas.

**CIMIENTOS CORRIDOS EN SMDL**

<b>ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO</b>					
<b>Partida</b>	<b>Concreto premezclado 1:8 25% p.m.</b>				
<b>Ítem</b>	<b>01.04.02.01</b>			<b>Costo Unitario</b>	
<b>Rendimiento</b>	<b>24,000 m3/día</b>	<b>UNIDAD:</b>	<b>m3</b>	<b>360,80</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Materiales</b>				
2190500010001	Servicio de bomba para concreto premezclado	m3	1,050	30,00	31,5
2190100010003	Concreto premezclado F'C=100 kg/cm2	m3	1,050	285,00	299,25
					<b>330,75</b>
	<b>Equipos</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		
301010006	Herramientas manuales	%	3,0000	24,32	0,73
3012900010005	Vibradora de concreto de 4 hp de 1,5"	1,0000	0,3330	4,50	1,50
					<b>2,23</b>
10105030113	Curado de elementos horizontales con membrana m2		5,0000	0,70	<b>3,50</b>
	<b>Mano de Obra</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		
101010003	Operario (hh)	1,0000	0,3333	15,2	5,07
101010002	Capataz	0,1000	0,3333	16,15	0,54
101010004	Oficial (hh)	1,0000	0,6667	12,00	8,00
101010005	Peon (hh)	1,0000	1,0000	10,71	10,71
					<b>24,32</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>		<b>360,80</b>	<b>m3</b>		

Figura 94. Concreto premezclado.