

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**



**Proyecto arquitectónico de viviendas colectivas, empleando el  
tapial como sistema constructivo en Chua Bajo, Huaraz – 2018**

**Tesis para obtener el título profesional de arquitecta**

**Autor**

Mejía Cabrera, Lorena Mariel

**Asesor**

Núñez Vílchez, Raúl Ernesto

Chimbote – Perú  
2018

## INDICE

Palabras claves .....	v
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
Introducción .....	01
Metodología.....	29
Resultados .....	32
Análisis y discusión.....	70
Conclusiones y recomendaciones .....	71
Referencia bibliográficas.....	73
Anexos.....	76

## **INDICE DE FIGURAS**

- FIGURA 01: Corte transversal de la vivienda.
- FIGURA 02: Vista interior del patio central.
- FIGURA 03: La integración de la vivienda con el contexto natural.
- FIGURA 04: Uso de materiales de la zona.
- FIGURA 05: Prototipo de vivienda.
- FIGURA 06: Espacios habitables.
- FIGURA 07: Prototipo de vivienda.
- FIGURA 08: Vistas de la vivienda.
- FIGURA 09: Uso de la tierra arcillosa del lugar.
- FIGURA 10: Sistema constructivo del tapial con refuerzo de viga collar.
- FIGURA 11: La viga collar.
- FIGURA 12: Construcción del muro tapial reforzado con viga collar.
- FIGURA 13: Módulo de tapia.
- FIGURA 14: Proceso de ejecución del prototipo casa – slow.
- FIGURA 15: Prototipo de vivienda construida e instrumentada.
- FIGURA 16: Vista aérea de las viviendas colectivas.
- FIGURA 17: Elevación.
- FIGURA 18: Estado actual de las viviendas de Chua Bajo – Huaraz.
- FIGURA 19: Vivienda Castellarnau.
- FIGURA 20: Tipos de tierra arcillosa.
- FIGURA 21: Estudio de la técnica constructiva tradicional en tapial.
- FIGURA 22: Mapa de departamento, distrito y provincia.
- FIGURA 23: Plano de zonificación (PDU – 2017).
- FIGURA 24: Plano de jerarquías de vías.

FIGURA 25: Perfil urbano.

FIGURA 26: Perfil urbano.

FIGURA 27: Asolamiento.

FIGURA 28: Estación.

FIGURA 29: Topografía relativa.

FIGURA 30: Elementos existentes.

FIGURA 31: Terreno.

FIGURA 32: Ubicación del terreno.

FIGURA 33: Vivienda social – casa patio.

FIGURA 34: La casa patio, estructura de pilares y vigas de hormigón.

FIGURA 35: Vista aérea de viviendas colectivas.

FIGURA 36: Espacios públicos.

FIGURA 37: Plano general.

FIGURA 38: Plantas – Barrio la faena.

FIGURA 39: Elevación – Barrio la faena.

FIGURA 40: Vivienda colectiva “Casa blanca”.

FIGURA 41: Distribución de las viviendas.

FIGURA 42: Espacios públicos centrales.

FIGURA 43: Bloque de viviendas colectivas en el eco barrio.

FIGURA 44: Bloques en conjunto de viviendas colectivas en el eco barrio.

FIGURA 45: Profundidad de canteras de tierra.

FIGURA 46: Porción de tapia con distintos tipos de tierra.

FIGURA 47: Proceso de elaboración de tapial.

FIGURA 48: Detalle de cimentación.

FIGURA 49: Refuerzos de candados en las esquinas.

FIGURA 50: Refuerzo de candados en todos los tapiales.

FIGURA 51: Refuerzo de collarín alrededor de la habitación.

FIGURA 52: Corte de detalle de techo con tejas.

FIGURA 53: Corte de detalle de techo con calaminas.

## **INDICE DE TABLAS**

TABLA 01: Variable 01 “Viviendas Colectivas”.

TABLA 02: Variable 02 “El tapial como sistema constructivo”.

TABLA 03: Técnicas e instrumentos de investigación.

TABLA 04: Ficha técnica.

TABLA 05: Categorías de vías.

TABLA 06: Ambientes obligatorios.

TABLA 07: Ambientes extraídos del análisis.

TABLA 08: Requerimiento de ambientes para viviendas colectivas.

TABLA 09: Consideraciones de diseño arquitectónico.

## **PALABRAS CLAVE**

<b>Tema</b>	Viviendas colectivas Tapial como sistema constructivo
<b>Especialidad</b>	Proyecto arquitectónico

## **KEYWORDS**

<b>Topic</b>	Collective housing Tapial as a construction system
<b>Specialty</b>	Architectural project

## **LINEA DE INVESTIGACION**

<b>CODIGO OCDE</b>	6. Humanidades 6.4. Arte <ul style="list-style-type: none"><li>• Arquitectura y Urbanismo</li></ul>
--------------------	--

**“Proyecto arquitectónico de viviendas colectivas, empleando  
el tapial como sistema constructivo en Chua Bajo, Huaraz –  
2018”**

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación titulado “Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas, empleando el Tapial como Sistema Constructivo en Chua Bajo, Huaraz – 2018” tuvo como objetivo diseñar un proyecto arquitectónico, aprovechando los elementos naturales de la misma zona de Chua Bajo que permitió elaborar el tapial como sistema constructivo, garantizando sustentabilidad a las Viviendas Colectivas; a la vez, se logró mantener la casa fresca en temporada cálida y cálida en invierno.

La investigación planteó la siguiente problemática la carencia de viviendas que se encuentren en buen estado, que brinden un buen confort térmico a los habitantes de Chua Bajo. Para ello se formuló la Propuesta de Viviendas colectivas adecuadas al contexto aprovechando los recursos naturales del lugar con la aplicación del tapial como sistema constructivo, esto ayudó a mejorar las condiciones de habitabilidad de las personas de escasos recursos en condiciones imposibles para acceder a una vivienda digna.

El tipo de investigación es descriptiva y gráfica con una propuesta de diseño no experimental que se aplica en él un muestreo nivel de jerarquía de población, temperatura perceptible por los usuarios, recursos naturales locales y clasificación de actividades económicas. Se trabajó con la población, el contexto existente y proyectado del lugar.

Se tuvo como resultado satisfacer las necesidades a 07 familias de la población, donde se acondicionó el material propio del lugar permitiendo elaborar el tapial con una dimensión de 0.40m de ancho x 0.60m de alto x 1.60m de largo; el cual, se obtuvo espacios confortablemente térmicos y disminuyó el impacto ambiental, para así obtener viviendas económicas y sustentables.



## **ABSTRACT:**

The present research project is named "Architectural Project of Collective Housing, using the Tapial as a Construction System in Chua Bajo, Huaraz - 2018" it had the objective of designing an architectural project, taking advantage of the natural elements of the same area of Chua Bajo that allowed to make the tapial as a constructive system, guaranteeing sustainability to collective housing; At the same time, it got to keep the house cool.

The investigation focused the following problem the lack of homes that are in good condition, that provide good thermal comfort to the inhabitants of Chua Bajo. the Proposal of Collective Housing appropriate to the context was drawn up, taking advantage of the natural resources of the site with the application of the rammed earth as a constructive system, this helped to improve the living conditions of the people of scarce resources in impossible conditions to access decent housing.

The type of research was descriptive and graphic with a non-experimental design proposal that applies a sampling level of population hierarchy, perceptible temperature by users, local natural resources and classification of economic activities. We worked with the population, the existing and projected context of the place.

The result was to satisfy the needs of 07 families of the population, where the proper material of the place was prepared, allowing the construction of the tapial with a dimension of 0.40m wide x 0.60m high x 1.60m long; which, was obtained thermally comfortable spaces and decreased the environmental impact, in order to obtain affordable and sustainable housing.

## I. INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de obtener información sobre el Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas, empleando el Tapial como Sistema Constructivo en Chua Bajo, Huaraz – 2018; se recurrió a los siguientes antecedentes:

En el proyecto de investigación Escobedo Solís (2012), “Del territorio al habitante” (Motul – Yucatán). El proyecto tuvo como objetivo mejorar la calidad de las viviendas de autoproducción asistida financiadas por el Instituto Infonavit, proponiendo viviendas para personas con ingresos menores a cinco salarios mínimos en zonas rurales. En conjunto, el despacho Escobedo S. abordaron el proyecto partiendo de la investigación del sitio asignado: Motul, Yucatán. Para proponer un proyecto congruente con el contexto social, ambiental y económico del lugar, recorriendo las siete comisarías del municipio con el objetivo de identificar los usos y costumbres de los pobladores, el manejo territorial en la zona, las dinámicas y la estructura familiar, el funcionamiento del solar maya, las tipologías de vivienda y la evolución de la vivienda tradicional vernácula.

En el prototipo de vivienda se desarrolló con ambientes básicos sala – comedor, cocina, baño, 2 dormitorios, lavandería y un patio central – como se observa en la figura 1. El patio central general un núcleo céntrico en la vivienda que ayuda a organizar los ambientes abiertos y cerrados de forma radial – como se observa en la figura 2.



**Figura 1:** Corte transversal de la vivienda.

**Fuente:** Escobedo Solís.



*Figura 2: Vista interior del patio central, como núcleo de la vivienda.*

*Fuente: Escobedo Solís.*

En conclusión, el Arq. Escobedo Solís menciona que este proyecto es un estudio preciso y riguroso del territorio y cada propuesta presentada da solución a un problema habitacional y cuyo contexto, el territorio dado, fue lo que definió dicho problema. La autoproducción de vivienda consiste en el proceso de construcción y distribución de vivienda bajo el control directo del usuario de forma individual o colectiva.

Así mismo Pascal Arquitectos (2014), en la Propuesta de “Viviendas Colectivas Mínima Rural” (Xochimilco - México). Tuvo como objetivo comprender y vincular a la arquitectura con las características ambientales y sociales del territorio. Comprender el ambiente natural, las necesidades reales y los modos locales de apropiación del espacio, genera un efecto positivo tanto en la eficiencia material de la vivienda en el tiempo como en una mejoría de la calidad de vida de sus habitantes. El tamaño de los lotes es grande, el crecimiento es horizontal, a través de pabellones separados a la vivienda original, y en algunos sectores no se cuenta ni con calles pavimentadas, servicios de agua, luz y teléfono - como se observa en la figura 3.



**Figura 3:** *La integración de la vivienda con el contexto natural.*

**Fuente:** *Pascal Arquitectos.*

Las casas hoy en día están hechas con concreto armado o mampostería. Este material no se encuentra acorde con las costumbres, el estilo de vida local y de ninguna manera abordan lo sustentable. Dichas viviendas perdieron el contexto arquitectónico regional, provocando una arquitectura espontánea sin diseño.

Revisando las encuestas realizadas por INFONAVIT, se identificó que los pobladores de la región, en general, duermen en hamacas; el lavado y la cocina se hacen al exterior; se bañan con cubeta y hacen sus necesidades fisiológicas en letrinas al exterior; no hay televisión y muchas familias no tienen refrigerador – como se observa en la figura 4.



**Figura 4:** *El uso de materiales de la misma zona, generando viviendas sostenibles.*

**Fuente:** *Pascal Arquitectos.*

La propuesta incluye una solución de agrupamiento, con terrenos de 272.56 m<sup>2</sup>. Los terrenos en forma de trapecio tienen el objetivo de generar vistas, remates y espacios comunes que sirven como conectores, que permiten generar actividades comunitarias de esparcimiento – como se observa en la figura 5.



**Figura 5:** Prototipo de vivienda, ubicados en terrenos de forma de trapecio.

**Fuente:** Pascal Arquitectos.

La casa diseñada es incremental y de autoproducción asistida, ocupa una superficie cubierta de 43.17 m<sup>2</sup> en su fase inicial y considera 2 fases de crecimiento con pabellones de 7.44 m<sup>2</sup> y de 11.16 m<sup>2</sup>. Todos sus espacios habitables cumplen con las condiciones higiénicas y cuenta con los elementos necesarios para ser una vivienda adaptada a su medio ambiente. Tal como sucede en la Casa Maya, la habitación se compone de 2 recámaras y se puede acceder a ellas tanto del interior como del exterior de la vivienda, que junto con la cocina y el servicio sanitario, constituyen la base de la mínima vivienda.

La orientación de la vivienda es hacia el norte y aprovecha los vientos dominantes. El uso de celosías en ventanas y puertas, así como aberturas en los muros que permiten ventilación cruzada, evitan el asoleamiento directo de los locales habitables para mayor confort – como se observa en la figura 6.



**Figura 6:** Espacios habitables, cumplen con las condiciones higiénicas y cuenta con los elementos necesarios para ser una vivienda adaptada a su medio ambiente.

**Fuente:** Pascal Arquitectos.

En conclusión, Pascal Arquitectos menciona que: en este proyecto no se busca replicar la casa típica del sureste, sino lograr una versión contemporánea repetible y fácilmente construible, en el tiempo y en el costo, utilizando materiales de la región. El diseño promueve la vida en contacto con el exterior, integrándola a su entorno y dando continuidad a las costumbres originarias de la región, logrando así una vivienda sustentable que permite economizar tanto la energía, como los recursos.

Así mismo M+DA Arquitectos (2014) Prototipo de Vivienda Eco – 02 (Nazareno – Argentina). El proyecto surge por la inquietud de responder a la problemática actual de vivienda emergente en el país de Argentina, con el objetivo de contribuir a mejorar las condiciones de habitabilidad de las personas de escasos recursos en condiciones imposibles para acceder a una vivienda digna. La preocupación por implementar un criterio sustentable y autoconstrucción permite disminuir los costos de ejecución y proporcionar el fácil traslado de los materiales hacia cualquier región.

El prototipo está compuesto por cuatro espacios multifuncionales: sala – comedor, sala – recamara, estudio y servicios. La incorporación de mobiliario flexible y modular facilita al usuario a desarrollar distintas actividades según lo requiera en cada espacio – como se observa en la figura 7.



**Figura 7:** Prototipo de vivienda.

**Fuente:** M+DA Arquitectos.

El criterio estructural se basa en elementos modulares ensamblados (vigas y paneles prefabricados) los cuales mediante su articulación permite configurar y delimitar el espacio como un envolvente, utilizando para esto distintos materiales: madera, láminas prefabricadas, piedra para muro gavión, aluminio, cristal. El prototipo se encuentra soportado por seis bases las cuales reducen el impacto hacia el terreno por la elevación de la vivienda – como se observa en la figura 8.



**Figura 8:** Vistas de la vivienda, en la fachada de la vivienda se ve reflejado el uso de variedad de materiales: madera, láminas prefabricadas, piedra para muro gavión, aluminio, cristal.

**Fuente:** M+DA Arquitectos.

En conclusión, M+DA Arquitectos plantea que: una vivienda con una configuración modular en estructura tipo asambles, de fácil armado, fácil transporte, ligero y el uso de materiales reciclados como la madera, el metal y láminas. Se incorporan 5 módulos tipo: Modulo envolvente, Módulo bodega, Módulo Cafetería, Módulo administración Módulos Sanitarios; los cuales pueden variar su distribución dependiendo de las características que impliquen las diferentes contextos.

Así mismo Sofía González Arquitecta (2013) Hacienda Santa María en Tarma (Tarma – Perú). El proyecto permitió ampliar la capacidad instalada del inmueble, incrementando su oferta hotelera y cubriendo la actual demanda insatisfecha. La imposibilidad de justificar técnicamente el estado de la edificación histórica debido al deterioro parcial de su antigüedad y el desconocimiento de técnicas apropiadas de construcción de tierra y restauración para inmuebles de este tipo ocasiona la pérdida de valor de la Hacienda cuyo principal atractivo es la infraestructura e historia que guarda. La recuperación y restauración del inmueble se basó en la aplicación de técnicas innovadoras contemporáneas en la construcción de tierra, que mantenga su identidad histórica y proporcionen seguridad con condiciones sismo resistentes haciendo sostenible la edificación y actividad económica.



**Figura 9:** El uso de la tierra arcillosa del lugar.

**Fuente:** Arq. Sofía Gonzáles.





**Figura 10:** Sistema Constructivo del Tapial con refuerzo de viga collar.

**Fuente:** Arq. Sofía Gonzáles.

Gonzáles dio como solución intervenir con tapial mejorado, innovando la técnica del tapial vernáculo con elementos descritos en la Norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, poco difundida entre constructores y profesionales de las áreas rurales. Se añadieron elementos nuevos en el contexto constructivo tarmeño, tal como la viga collar, las conexiones entre muros, techos y vigas collar.



**Figura 11:** La viga collar, sistema reforzado.

**Fuente:** Arq. Sofía Gonzáles.

Se introdujo el concepto de tabique o estructura liviana para divisiones no portantes de espacios interiores. La cimentación fue reforzada para contrarrestar el empuje del terreno y las piedras asentadas con mortero de cal, más resistente a la humedad que el mortero tradicional de barro. La estructura del techo fue calculada para definir el entre eje de las vigas según el tipo de madera utilizada y su resistencia. Para la realización de la cubierta se cuidó la colocación de las diferentes capas, para el aislamiento y la impermeabilización final con una composición de: torta de barro + plástico + correcta colocación de tejas. La suma de los elementos nuevos y mejorados optimiza el comportamiento de la estructura en su conjunto frente al sismo, al asentamiento de la humedad, previniendo los daños.

Los detalles constructivos antes enumerados fueron elaborados a partir de la tradición constructiva vernácula, los conocimientos del maestro de obra, la norma técnica, las consideraciones sobre materiales disponibles y el costo.



**Figura 12:** Construcción del muro de tapial reforzado con viga collar.

**Fuente:** Arq. Sofía Gonzáles.



**Figura 13:** Módulo de tapia, las dimensiones son de 0.40 a 0.60m de ancho x 1.60 x 1.80 m de largo. Para completar una grava se rellenan 4 capas de 20cm que se compactan una por vez hasta 15cm.

**Fuente:** Arq. Sofía Gonzáles.

El objetivo final es que las soluciones propuestas sean replicadas por el constructor local formado, garantizando la construcción de un hábitat más seguro. Es necesario un monitoreo de los resultados a partir del seguimiento de las actividades de los maestros capacitados en sus trabajos posteriores.

De la misma manera, la Academia adquiere un compromiso de colaboración y asesoría permanente con los constructores cuyo cumplimiento ayuda a la edificación de un hábitat seguro.

Así mismo Sandra Martín Lara y Ángel Estévez (2016) El Proyecto Casa S-Low (Jaén – España). Diseñan un prototipo de construcción en tierra y estructura de madera en la búsqueda por encontrar la participación de la universidad en los trabajos de investigación que pretendían llevar a cabo en el prototipo, contactaron con el GICITED y después de valorar el proyecto se estableció un marco de colaboración que permitió construir el prototipo en los terrenos de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), entre los edificios de las escuelas de Arquitectura e Ingeniería en Edificación, en una clara apuesta por convertir la colaboración en un ejercicio docente accesible al máximo número de estudiantes, principal objetivo de la experiencia. El proyecto consistía en la ejecución del prototipo como fase inicial, con una serie de trabajos en paralelo en cuanto a caracterización de las tierras, detección de los problemas de ejecución, resolución de conflictos y propuestas de mejora. Y una vez construido el prototipo se

procedió a su instrumentación para verificar el comportamiento térmico de los cerramientos, tanto verticales como de cubierta, realizados con distintas soluciones. El prototipo Casa S-Low es un elemento cúbico formado por 2 módulos de forjado de madera (superior e inferior), y 10 módulos de cerramiento de madera estructural y tierra compactada que constituyen un espacio construido en planta de 3,54 x 3,54 m con una altura de 2,9 m.



*Figura 14: Proceso de ejecución del prototipo - Casa S-Low.*

*Fuente: Sandra Martín Lara.*

La cimentación se realizó una cimentación superficial mediante bloques de hormigón formando una zapata corrida y se rellenaron los huecos con escombros y mortero. Por encima de la zapata se colocó una capa de mortero superficial para nivelar el conjunto. La estructura, sobre la cimentación se apoya el forjado sanitario formado por un módulo compuesto de 2 paneles prefabricados de Panel de virutas de madera unidas entre sí con un aglomerante mediante la aplicación de calor y presión (OSBIII 4,68 m<sup>2</sup>/panel) con un aislamiento térmico de fibra de celulosa. La estructura vertical del prototipo está realizada con un entramado de madera OSBIII con uniones atornilladas entre sí y la estructura de cubierta ajardinada está formada por dos módulos (4,68 m<sup>2</sup>/panel) prefabricados de OSBIII apoyados y atornillados a la estructura vertical.

El perímetro exterior del prototipo está compuesto por muros de tapia de 50 cm de grosor ejecutados in situ mediante medios manuales, extrayendo las tierras de un solar de Castellbisbal (Barcelona) dosificada en obra. Algunas caras del revestimiento están estabilizadas con diferentes aditivos como cemento y arlita. Existen dos accesos al prototipo ejecutados con una lámina de OSBIII de 15mm de grosor unida a la estructura mediante 4 bisagras atornilladas.



*Figura 15: Prototipo de vivienda construida e instrumentada para para el estudio de su comportamiento termihigometrico - Casa S-Low.*

En conclusión, Sandra Martín-Lara y Ángel Estévez plantea que la construcción con tierra debería reconsiderarse como una verdadera alternativa constructiva aunque ciertamente es preciso impulsar su industrialización y mecanización para conseguir una optimización de los procesos de ejecución, así como también consideramos necesario impulsar trabajos de investigación desde la universidad que permitan la adición de materiales que aporten estabilización y protección frente a la humedad de los cerramientos. Para que la ciudadanía reconozca las propiedades y valores de la arquitectura en tierra también se hace imprescindible el establecimiento de una normativa específica y de procesos de control de calidad pertinentes (tanto del material en si como de los procesos de ejecución), lo que permitiría a los profesionales incorporar este material en la práctica constructiva habitual y a su vez haría imprescindible su incorporación a los

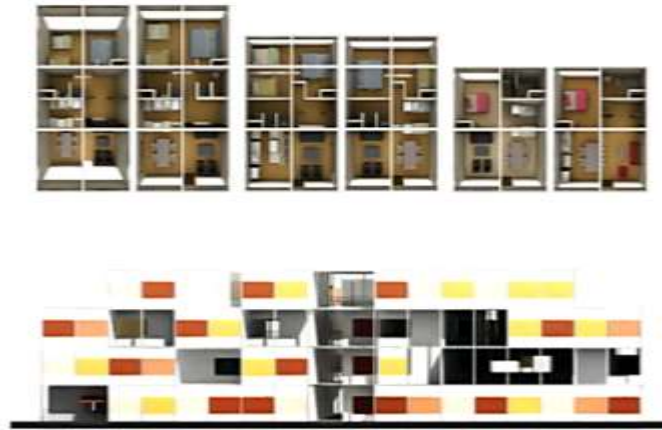
temarios de la docencia universitaria. Finalmente, podemos concluir que la propuesta Casa S-low resulta una alternativa constructiva adecuada, aplicable y medioambiental más sostenible que la construcción basada en materiales con unos costes de extracción, producción, transporte y deposición elevados como los que actualmente se usan en nuestra arquitectura más cercana.

Así mismo, Mónica Copaja (2010) en el proyecto de Vivienda Colectiva en Pisco (Pisco – Perú). Se propone un sistema constructivo prefabricado para facilitar las posibilidades de flexibilidad y transformación de la vivienda con el paso del tiempo. Esta estructura modular transformable va a dar lugar a edificios de diversidad horizontal y vertical, permitiendo la capacidad de adecuación a los diversos agrupamientos familiares existentes; es decir, el edificio se transforma según la ocupación de las viviendas y las necesidades de los usuarios.



**Figura 16:** Vista aérea de las viviendas colectivas, teniendo núcleos centrales como ejes.

**Fuente:** Mónica Copaja.



*Figura 17: Elevación de las viviendas colectivas unidas por edificios 4 pisos.*

*Fuente: Mónica Copaja.*

Las viviendas tienen las dimensiones mínimas para lograr el confort aprovechando el espacio al máximo. Los núcleos de servicios fijos están agrupados liberando el resto del espacio, el cual puede variar según la disposición de los elementos divisorios que han sido diseñados para dar opción a distintas combinaciones según las necesidades de cada agrupación familiar.

En conclusión, los módulos tridimensionales ligeros dan lugar a edificios desmontables, es decir, estos edificios pueden construirse y reconstruirse. La gestión del ciclo de las unidades de módulos en edificios desconstruibles va a permitir obtener de ellos partes reconstruibles o materiales reciclables, esto contribuye al cierre de ciclos de los materiales.

Así mismo; con la misma finalidad expuesta anteriormente, se recurrió a la siguiente fundamentación científica.

Edra Arquitectura KM0 (2014), la construcción en tierra (con tapial, adobe...), contamos con muy pocos arquitectos especializados en España, ofrece multitud de opciones de diseño y presenta numerosas ventajas: excelente regulación térmica y de la humedad interior, aislamiento acústico y electromagnético, material sano y ecológico, bajo impacto ambiental, eficiencia energética, etc. Una tendencia en

arquitectura que cuenta cada vez con más interés en un sector que tiende a proyectos cada vez más sostenibles y comprometidos con el entorno (p. 12)

Fermín Font Arquitecto (1984), defiende que el futuro del tapial “está en construcciones no masivas sino en unifamiliares, adosados y edificios de una, dos o tres plantas donde los propietarios valoren el hecho de ser viviendas naturales”. Siempre habrá una manera estándar de construir que permita edificar viviendas masivamente, “pero habrá otras maneras más sostenibles y saludables y el tapial es una de las técnicas que despierta mayor interés entre los arquitectos.” (p.74)

Joan Macdonald (1962), define a la casa donde se vive, un plástico bajo el que vive una familia. Los arquitectos lo usan para describir un edificio y eso a distorsionado lo que es una vivienda. Lo que hay que hacer es tomar ese lugar al que da sentido una familia y trata de ver con ellos cómo mejorarlo. De ahí arrancamos. Partimos del hecho humano, del grupo. A esos es a los que hay que apoyar para que lleguen a tener una vivienda mejor.” (p.56)

Begoña Lopez Sangerman (1972), la vivienda colectiva ha sido un fértil campo de experimentación durante el siglo XX y seguirá siendo un tema candente durante el siglo XXI. Los cambios en la forma de vida, la evolución tecnológica y la necesidad de aumentar la densidad de las ciudades han sido algunos de los motivos que han propiciado que los arquitectos del siglo XX investiguen del tema de la vivienda colectiva de forma exhausta. En la actualidad se sigue trabajando en ello, ya que la vivienda colectiva permite aprovechar mejor los recursos necesarios para la vivienda, reduciendo los costos de sus inquilinos. (p.41)



La presente investigación se justifica científicamente, por la biodiversidad de Recursos Naturales que pueden ser utilizados en la construcción; es por ello, que Huaraz es favorecida, ya que es una de las regiones donde hayamos tierra de diferentes variedades y troncos de eucalipto. En la zona sierra del Perú hay un 41% de casas construidas con adobe (INEI); por lo tanto, en esta investigación quiero dar a conocer el empleo de la tierra cruda (Tapial) como sistema constructivo, desde tiempos prehispánicos cabe citar al respecto, la ciudad de Chan Chan en el Perú hermosa ciudad construida con este material. Por otra parte, el caserío de Chua Bajo habitan personas de bajo recursos que se dedican a la agricultura y crianza de animales para su propio consumo; a su vez las viviendas se encuentran en mal estado a punto de derrumbarse, ubicadas desordenadamente con un mal acceso.

Por este motivo se plantea el tema de investigación “Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas, empleando el Tapial como Sistema Constructivo en Chua Bajo, Huaraz – 2018” que beneficia a 07 familias de Chua Bajo; pues, lo esencial para las viviendas colectivas es generar “Barrio” porque tiene que suscitar convivencia; para ello, se propone diseñar un espacio colectivo o público que permita organizar a las viviendas. En una vivienda colectiva es importante lo que hay de la puerta para adentro pero debe importar con el mismo ímpetu los espacios que hay de la puerta para afuera que son espacios de convivencia reflejando lo propio del lugar. Estas viviendas fueron construidas con materiales de la zona “El Tapial” logrando mantener la casa fresca en temporada cálida y cálida en invierno, por la densidad de los muros de tapial (0.40 m de ancho) es factible que el calor no se pierda tan fácilmente y así el espacio sea confortablemente térmico con 20° C según RNE. Este proyecto no pretendió replicar las típicas viviendas de la parte sierra del Perú; sino, lograr una versión moderna que sea repetible y fácil de construir en tiempo y costo.

La determinación del problema en definitiva, la ciudad de Huaraz el 41% de viviendas están hechas de adobe, el cual presentan daños como desgarramientos, fisuras y desmoronamiento de los muros, a causa de las lluvias intensas en verano y sismos; pues, según el especialista en construcciones de tierra Ing. Marcial Blondet Saavedra menciona: “Existe un código que regula la construcción de tierra pero solo lo conocen algunos expertos y normalmente no son profesionales los que construyen con este tipo de material, la gente que usa el adobe no tienen dinero para contratar a un especialista, es un círculo vicioso generado por la pobreza”. Otras de las causas de este problema, es que los pobladores de Chua Bajo tienen una delimitada visión de la arquitectura con aportes sustentables, teniendo al alcance elementos naturales como la tierra, troncos de eucalipto, ichu, etc., siendo muy económico en su elaboración.



**Figura 18:** Estado actual de las viviendas en Chua Bajo – Huaraz.

**Fuente:** Fotografía propia.

Son estas las razones que han dado lugar a la preocupación por determinar el proyecto arquitectónico de Viviendas Colectivas, empleando el Tapial como sistema constructivo en Chua Bajo, Huaraz – 2018.

Frente a la problemática, es que se planteó la siguiente pregunta:

***¿Cómo será el Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas, empleando el Tapial como Sistema Constructivo en Chua Bajo. Huaraz – 2018?***

Para conceptualizar las variables de investigación Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas, empleando el Tapial como Sistema Constructivo, se ha recurrido a las siguientes bases teóricas:

Según Neufert (2006) en su libro “Arte de proyectar en arquitectura” define como proyecto arquitectónico, a los espacios habitables para el ser humano deben ser satisfechas, tanto en lo estético como en lo tecnológico. Entendiendo al diseño como proceso creativo encausado hacia una meta determinada, existen ciertas bases que apoyen su desarrollo y su creatividad. Estas bases no han sido formuladas a modo de reglamento a seguir al pie de la letra, pues se rigen por la creatividad. Para atribuirle a un diseño ciertas características, es necesario al manejo de un lenguaje basado con conceptos, más que en definiciones. Una obra diseñada puede tener uno o varios atributos interactuando entre ellos para alcanzar un objetivo. El proyecto arquitectónico tiene como cometido, satisfacer las demandas por espacios habitables, tanto en lo estético, como en lo tecnológico. Presenta soluciones técnicas constructivas, para los proyectos de arquitectura. Entre los elementos a tener en cuenta para el proyecto arquitectónico, están la creatividad, la organización, el entorno físico, la construcción, etc. (p.45)

Según Neufert (2006) en su libro “Arte de proyectar en arquitectura” define contexto, al conjunto de circunstancias que se producen alrededor de un hecho o evento dado, que están fiablemente comprobadas; en los términos de personas de reputación comprobada por medio de la voz humana, mensaje hablado, escrito en piedra, cartas, documentos, libros de historia periódicos, internet, tv, radio, medios audiovisuales modernos u otros y transmitidas, sin distorsión a los sentidos (de la razón, vista, oído, gusto, tacto u olfato) de las personas de futuro. (p.23)

Antón (2015) en su artículo titulado “Introducción: estrategias de proyectar conjunto de viviendas” define como vivienda colectiva, un conjunto de edificios que albergan varias viviendas, cada una de las cuales es habitada

por una única familia. Sin embargo, debido a la situación económica actual, hoy éstas han evolucionado en viviendas compartidas, que son utilizadas de manera comunitaria por varias personas pero sin ninguna relación familiar entre ellas. Las viviendas colectivas pueden ser pisos, apartamentos, áticos, dúplex, lofts. Y es que su definición no depende de su estructura sino de sus residentes, la relación entre ellos y el uso que se dé a la construcción. Una de las características principales en cuanto a su uso es que es un edificio de uso mayoritariamente residencial que dispone de acceso y servicios comunes para más de dos viviendas. Por ejemplo, un trastero o un parque común. La Vivienda Colectiva nació en el Perú a causa del Virreinato, la particularidad de estas viviendas es que no son percibidas como viviendas independientes, formando parte de un todo o pertenecen a una sola estructura. Este tipo de vivienda colectiva está destinada a los sectores más modestos de la población, teniendo una variedad tipológica. Se constituye como un elemento configurador de espacios conformando barrios. (p.43)

Antón (2015) en su artículo titulado “Introducción: estrategias de proyectar conjunto de viviendas” define espacio público, al espacio de propiedad pública, dominio y uso público. Es el lugar donde cualquier persona tiene el derecho a circular en paz y armonía, donde el paso no puede ser restringido por criterios de propiedad privada, y excepcionalmente por reserva gubernamental. Un espacio público hace referencia al lugar que es abierto y libre para toda la sociedad. Idealmente estos espacios son destinados a la típica vida urbana para desarrollar relaciones sociales y recreacionales. (p.11)

Tacza Casallo (2009), define como usuarios, aquel que “usa algo” o “que usa ordinariamente algo”. Por ejemplo un propietario de las viviendas que se encuentran en mal estado, interesado de construir su vivienda de tapial teniendo en cuenta la condiciones del lugar que siempre ha mostrado en

casos de desastres, la variante de la evacuación temporal a casas de vecinos, familiares y amigos, es una opción que se ha incrementado, siendo un factor importante en la protección de la población. (p.15)

Álvaro Siza Vieira (1982) en su libro “El Croquis” define Tipo arquitectónico, como categoría que engloba a diversos edificios o partes de ellos que comparten un conjunto de características formales similares, por una función común o por imitación recíproca. (p.22)

Emilio Canek Fernández (1996) en su blog “Procedimientos y Sistemas Constructivos tradicionales” define sistema constructivo: al conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de edificación en particular, Un ejemplo claro, de elemento, es el denominado “ladrillo“. Esta pieza permite levantar muros, hacer pisos y techos.

Pablo Guillén (2015) en su libro “Arquitectura de Tierra” define tapial, como molde empleado para fabricar tapias que está compuesto de dos tablas paralelas sujetas a cierta distancia mediante unas barras agujereadas y unos listones que las atraviesan. (p.07)

Pablo Guillén (2015) en su libro “Arquitectura de Tierra” define tapia, al trozo de pared o muro que se hace de una sola vez con barro apisonado en un molde (tapial) y después secado al sol. (p.52)

Luis de Garrido (2007) en su blog “Arquitectura sostenible” define Sostenible como los sistemas biológicos se mantienen diversos materiales y productivos con el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno.

Pablo Guillén (2015) en su libro “Arquitectura de Tierra” define tierra arcillosa, a tierra pesada compuesta por partículas muy pequeñas se quedan pegadas unas a otras y cuando se seca se hace realmente dura. Como todo tiene sus ventajas y sus inconvenientes: por un lado, retiene muy bien la

humedad, por lo que los riegos deben estar más espaciados. También es un tipo de tierra que por su textura y características, antes mencionadas, retiene muchos nutrientes, por lo que a la hora de abonar podemos echar más cantidad de una misma vez, ya que no se perderán con la lluvia, como pasaría con un suelo arenoso. (p.32)

Pablo Guillén (2015) en su libro “Arquitectura de Tierra” define Iru Ichu: planta gramínea, su nombre científico es *Clamafrastis rígido, Festuca Scirpifolia*. Su crecimiento se da comúnmente entre las alturas de 3500 a 5000 msnm. Es muy duro y brota en manojos espaciados. Normalmente logra los 50 cm de alto. Su uso es el más adecuado para combinarlo con el suelo para tapiales; ya que, es de gran abundancia en la Sierra. Además su crecimiento se puede dar en suelos terrosos o pedregosos. (p.47)

En el blog “Confort térmico” (2015) define confort térmico cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son agradables, confortables en referencia a actividades que desarrollan. Podríamos decir que existe confort térmico cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan.

Pablo Guillén (2015) en su libro “Arquitectura de Tierra” menciona que la construcción en tierra (con tapial, adobe...), ofrece multitud de opciones de diseño y presenta numerosas ventajas: excelente regulación térmica y de la humedad interior, aislamiento acústico y electromagnético, material sano y ecológico, bajo impacto ambiental, eficiencia energética, etc. Una tendencia en arquitectura que cuenta cada vez con más interés en un sector que tiende a proyectos cada vez más sostenibles y comprometidos con su entorno. (p.55)



**Figura 19:** Vivienda Castellarnau, ha llevado al límite todas las técnicas y materiales posibles de bio construcción para lograr una casa natural, sostenible, con la mayor eficiencia energética y comprometida socialmente con su entorno.

**Fuente:** Pablo Guillén.

construyendo ciudades, llegando a levantar verdaderas obras de arte en cualquier rincón del mundo gracias a la disponibilidad ilimitada de dichos materiales.

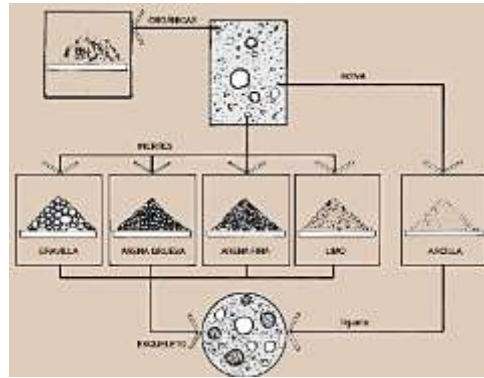
En el proyecto “Mejoramiento de áreas de hospedaje de la hacienda Santa María de Tarma” (2013), mediante la adaptación de la técnica contemporánea de tapial reforzado para la construcción con tierra sismorresistente, manteniendo sus características arquitectónicas originales (casa- patio con galería de columnas y balconería)”, financiado por Fincyt, se generó la oportunidad de hacer un estudio de las características arquitectónicas y constructivas de las viviendas de los alrededores de la Hacienda. El objetivo de este estudio es hacer un registro de las técnicas constructivas tradicionales, que propicie una reflexión para generar conocimiento de base para nuevas propuestas de construcciones sismo resistente saludable.

Este “Estudio de la técnica constructiva tradicional en Tapial – Tarma” se concentra en los aspectos descriptivos de la construcción con tapial a través

del análisis de la información recogida durante el taller “Preservando lo nuestro” a partir de un guion de preguntas a los participantes. En la primera parte se da un panorama general de la construcción con tapial. En la segunda, se hace un análisis más específico de los componentes constructivos, se desarrolla cada punto con las opiniones del equipo técnico:

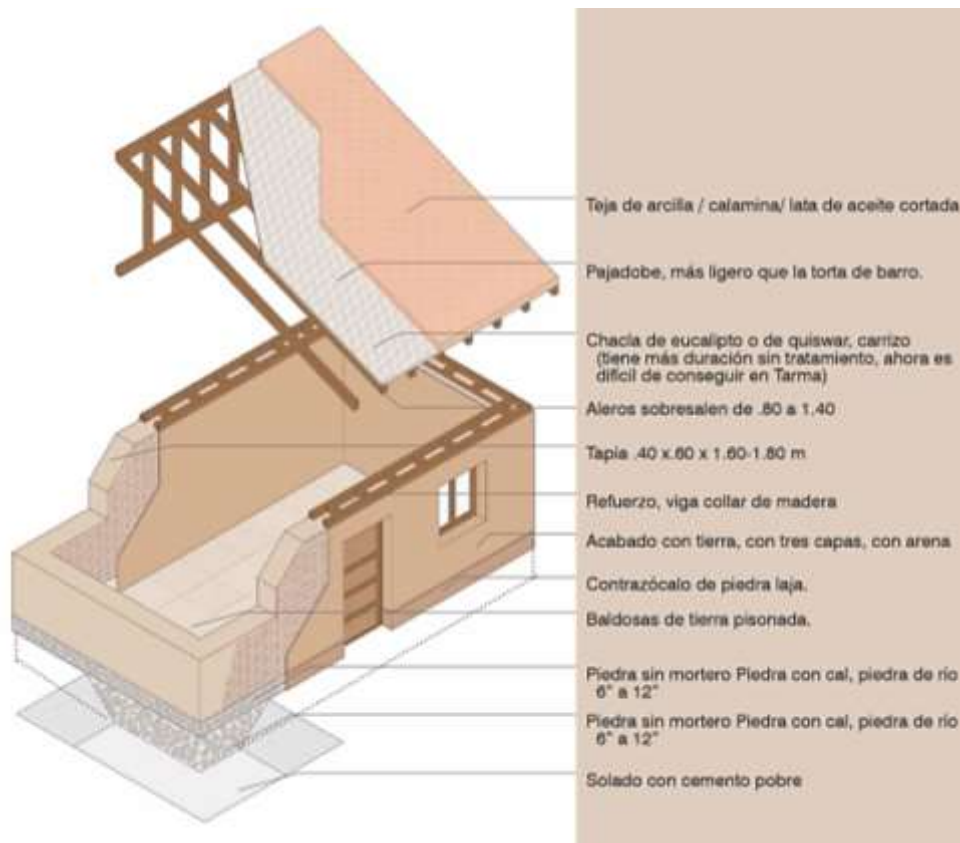
- ✓ El color de la tierra está asociado a los componentes minerales de la arcilla y los materiales inertes (limos y arenas), no necesariamente representan ventajas constructivas.
- ✓ La tierra superficial está totalmente alterada por los cambios de clima, abono, hierbas, raíces y sales de partículas eólicas.
- ✓ Es importante destacar que se recomienda la estabilización de la tierra a partir de la mezcla de tierras e incorporación de aditivos y fibras naturales como la paja. Cuando la tierra a utilizar viene de canteras muy arcillosas o arenosas por ejemplo, es importante otorgarle un equilibrio de componentes trayendo tierra de otras canteras que puedan compensar la carencia de algún material. Aunque esta faena resulta compleja.
- ✓ En el siguiente gráfico se muestra los componentes de la tierra para buscar una buena mezcla de los mismos. La idea es generar un buen esqueleto granular en base a arena gruesa, teniendo a la arcilla como matriz ligante de todos esos y otros elementos (limos y arena fina).





**Figura 20:** Tipos de tierra Arcillosa

**Fuente:** Arq. Sofía Gonzales.



**Figura 21:** Estudio de la técnica constructiva tradicional en Tapial.

**Fuente:** Arq. Sofía Gonzales.

## OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla N° 01:** Variable 01 “Viviendas Colectivas”

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FUENTES	INSTRUMENTO
VARIABLE 01 “VIVIENDAS COLECTIVAS”	Las viviendas colectivas tienen la capacidad de adaptar a las diferentes necesidades de cada grupo familiar, reduciendo el consumo energético a partir del diseño pasivo y la reutilización mediante sistemas a medidas.	El diseño está definido para satisfacer las necesidades del poblador de la ciudad de Huaraz  Con esta propuesta de viviendas colectivas, dará una solución a la falta de una buena vivienda para los habitantes de Chua Bajo.  Estará ubicado en el caserío de CHUA BAJA aprovechando la buena ubicación y la	CONTEXTO y EMPLAZAMIEN TO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamiento urbano.</li> <li>• Análisis vial.</li> <li>• Ubicación geográfica del terreno.</li> <li>• Perfil urbano.</li> <li>• Emplazamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de Desarrollo Urbano, normativas vigentes.</li> <li>• Opinión expertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuestionario</li> <li>- Guía de Entrevistas.</li> <li>- Guía de observación</li> <li>- Neufert el arte de proyectar.</li> </ul>
			FORMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptualización</li> <li>• Tipología</li> <li>• Orientación</li> <li>• Ventilación</li> <li>• Asoleamiento</li> <li>• Lenguaje Arquitectónico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opinión expertos</li> <li>• Personal especializado.</li> </ul>	
			ESPACIALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientes básicos.</li> <li>• Áreas para la crianza de animales y su área de cultivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opinión expertos</li> <li>• Personas con experiencia.</li> </ul>	

		facilidad de poder llegar sin problema.	<b>FUNCIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulación</li> <li>• Relación entre espacios</li> <li>• Calidad y variedad funcional.</li> <li>• Dar un buen confort.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opinión expertos</li> <li>• Personal con experiencia.</li> </ul>	
			<b>USUARIOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poblador de Chua Bajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Público en general.</li> </ul>	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N°02: Variable 02 “El Tapial como Sistema Constructivo”**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FUENTES	INSTRUMENTO
VARIABLE 02 “EL TAPIAL COMO SISTEMA CONSTRUCTIVO”	El tapial es una técnica de construcción que consiste en rellenar un encofrado con capas de tierras arcillosa compactando cada uno de ellas con un pisón; muy útil para los cerramiento de fachadas.	Al emplear el Sistema Constructivo del Tapial se logrará una versión moderna y fácil de construir en tiempo y costo; a la vez promueve el contacto con el exterior integrando con el contexto.  Con esta propuesta de emplear El Tapial dará una solución a los escasos de viviendas construidas con materiales reforzados.	Casos análogos donde emplean el Tapial como sistema constructivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales empleados para el Tapial.</li> <li>• Mano de obra.</li> <li>• Técnicas empleadas.</li> <li>• Costos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opinión expertos</li> <li>• Centros de estudios superiores.</li> <li>• Maestros de obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuestionario</li> <li>- Guía de Entrevistas.</li> <li>- Guía de observación.</li> <li>- Norma E 0.80 diseño y construcción con tierra reforzada.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración Propia

La hipótesis es implícita, puesto que es una investigación descriptiva que presenta dos variables: Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas – Empleando el Tapial como Sistema Constructivo.

La presente investigación tiene como objetivo General “Proponer un Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas, empleando el Tapial como Sistema Constructivo en Chua Bajo, Huaraz – 2018”.

Como objetivos específicos tenemos: a) Analizar el contexto urbano para identificar el requerimiento adecuado para la propuesta del proyecto arquitectónico de viviendas colectivas, empleando el tapial como sistema constructivo en Chua Baja – Huaraz 2018. b) Identificar a los expertos para conocer sus experiencias obtenidas en trabajos similares y así poder aplicarlo en la propuesta. c) Identificar los requerimientos de usuarios para aplicarlos en el proyecto arquitectónico de viviendas colectivas. d) Análisis de proyectos arquitectónico de viviendas colectivas que aplicaron el tapial como sistema constructivo. e) Determinar los criterios de diseño para el proyecto arquitectónico de viviendas colectivas y su aplicación del sistema constructivo tapial, en Chua Bajo – Huaraz 2018.

## II. METODOLOGÍA

### TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación responde a la modalidad de investigación tipo descriptiva, por lo que no se va a generar ninguna nueva modificación teórica en este presente trabajo de investigación. Y el diseño de investigación es no experimental.

### POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el estudio del presente trabajo de investigación se toma como población sector 01 del C.P Chua Bajo de Huaraz (Av. Cordillera Negra, Psje. Llanganuco), los habitantes del sector 01 del C.P. Chua Bajo de Huaraz están conformados por un total de 850 habitantes. El muestreo es mixto, con la combinación de una muestra probabilística aleatoria simple y no probabilística dirigida. El tamaño de la muestra está constituido por 91 personas, calculado bajo la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2 PQ}{(N - 1)E^2 + Z^2 PQ}$$
$$n = \frac{80 (1.96)^2 (0.5)(0.5)}{(80 - 1)(0.10)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$
$$n = \frac{76.8}{0.79 + 0.96}$$
$$n = \frac{76.8}{1.75}$$

$n = 44$  (Valor redondeado)

## TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

El análisis será CUALITATIVO Y CUANTITATIVO mediante:

**Tabla N° 03:** *Técnicas e instrumentos de investigación.*

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1. Grupos de Discusión	- Con los especialistas en el tema (expertos).
2. Encuestas	- Cuestionario, cuyo contenido será un conjunto de preguntas que se le aplicará a la muestra, la misma que será debidamente validada por un experto.
3. Entrevistas	- Guía de Entrevistas, es una conversación fluida con el experto acerca del tema sobre la base de preguntas y palabras concretas.
4. Análisis y recolección de documentos	- Fichas de Análisis, Sistema para elaborar toda la documentación previa que nos servirá de base para el inicio del trabajo de campo. Complementado por: Ficha de trabajo, Ficha de resumen, Ficha bibliográfica, Registro fotográfico, Registro de antecedentes, Registro de evidencias históricas, Referencias legales, Datos mundiales, nacionales y locales, etc.
5. Observación de campo	- Guía de Observación de Campo, Sistema elaborado para recolectar datos de campo o de la realidad. Complementado con: Libreta de campo, Cámara fotográfica, etc.

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## **PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Se seguirán los siguientes procedimientos:

- ✓ Se revisará de los datos, consistente en el análisis exhaustivo de cada uno de los instrumentos de recolección de datos, utilizando los programas de Microsoft office.
- ✓ Se codificará de los datos, circunstancia en los datos se convierten en códigos o números de acuerdo a los instrumentos que se aplicó.
- ✓ Recuento de los datos se realizará manualmente y digitalmente utilizando programas como el SPSS 22 y Excel, se diseñará una matriz de codificación de datos para su correspondiente tabulación.
- ✓ Se emplearon programas de dibujo arquitectónico como AutoCAD y Autodesk Revit – para la realización de diagramas, planos y renders 3D – y Adobe Photoshop para la postproducción de los mismos.
- ✓ Se organizará y presentará la información en base a gráficos, para una representación visual de los valores numéricos en figuras que expresan determinadas tendencias con respecto a las variables medidas



### III. RESULTADOS

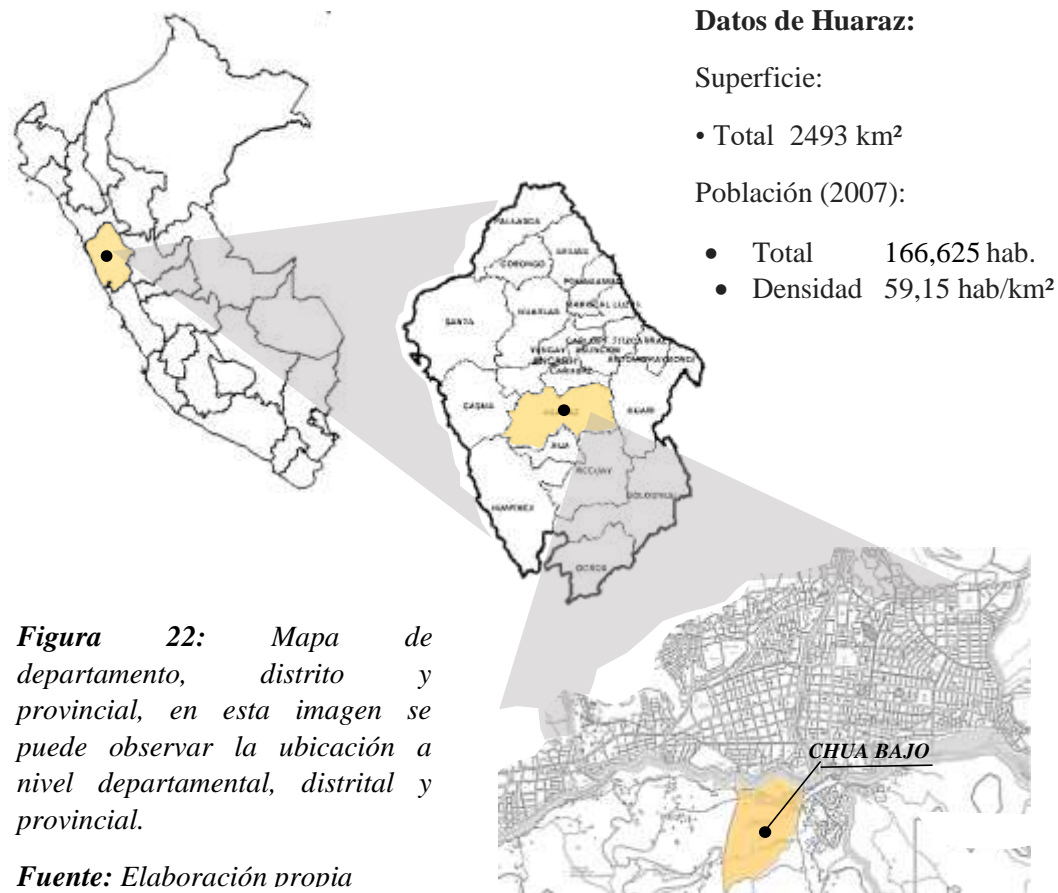
Analizar el contexto urbano para identificar el requerimiento adecuado para la propuesta del proyecto arquitectónico de viviendas colectivas, empleando el tapial como sistema constructivo en Chua Bajo – Huaraz.

#### *Criterio de análisis*

##### ✓ **Ubicación y Localización:**

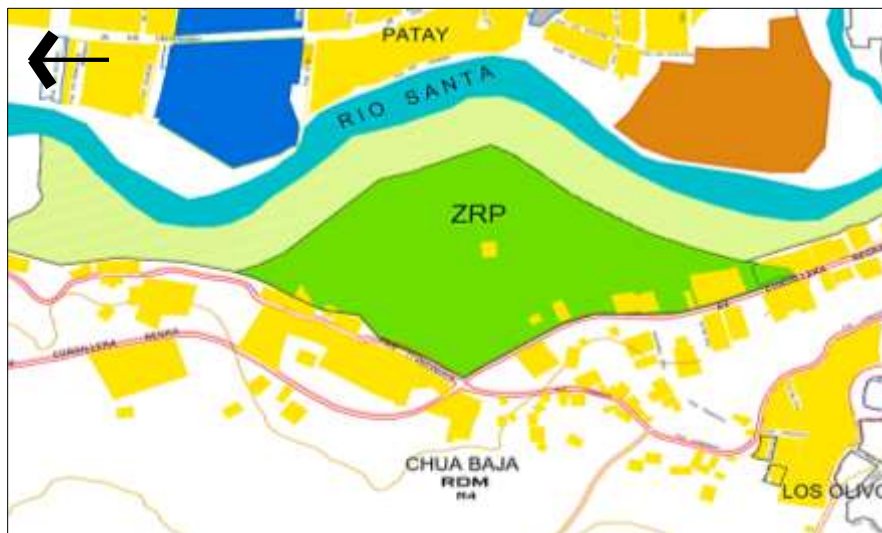
La provincia de Huaraz es una de las veinte que conforman el departamento de Áncash en el Perú. Limita al Norte con las provincias de Yungay y Carhuaz, al Este con la provincia de Huari, al Sur con las provincias de Recuay y Aija y al Oeste con las provincias de Casma y Huarmey.

El proyecto que se realizará estará ubicado en el C.P. Chua que se encuentra ubicado en el distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, en la región de Ancash; el cual, está conformado por Chua Bajo y Chua Alto.



Según el plan de desarrollo urbano de la ciudad de HUARAZ – 2017 (PDU – 2017), el uso de suelo del C.P Chua Bajo, establece una zona de recreación pública (ZRP) y zona residencial RDM 4; el cual, permitirá desarrollar el proyecto de Viviendas Colectivas.

Porque es un lugar con carencia de viviendas en un buen estado y de un buen ordenamiento entre ellas; por lo tanto, se puede obtener un área de terreno muy amplio y factible para el proyecto con un área de 2700 metros cuadrados.



**Figura 23:** Plano de Zonificación (PDU – 2017)

**Fuente:** Elaboración propia

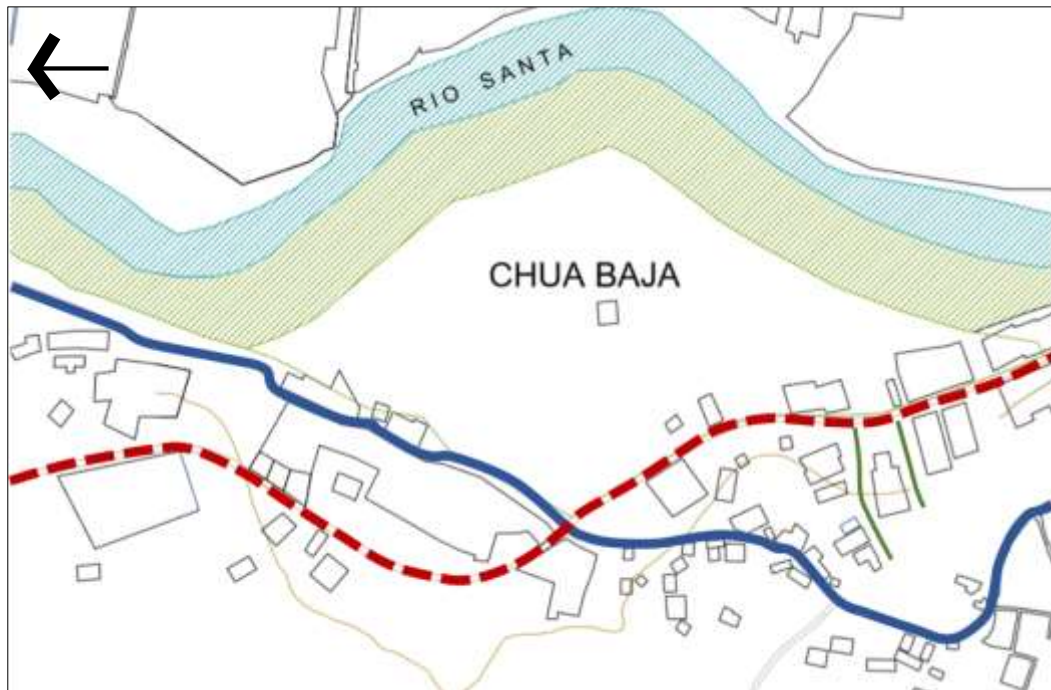
**Tabla N° 04:** Ficha Técnica.

FICHA TÉCNICA		
INDICADORES	CHUA	CHUA BAJO
ANTIGUEDAD	12 AÑOS	-
POBLACIÓN	1904 HABITANTES EN CHUA	SOLO EN CHUA BAJO 850 145 EMPADRONADOS 715 INVASORES
PATRON DE ASENTAMIENTO	FORMAL	-
TEMPERATURA	6°C – 20°C	0°C – 18°C
CLIMA	TEMPLADO Y SECO (MAYO A SEPTIEMBRE)	HUMEDO Y LLUVIOSO (OCTUBRE A ABRIL)
ÁREA	265 255.20	-
ALTITUD	3050 M.S.N.M.	-
LATITUD	11410	-

**Fuente:** Elaboración propia

✓ **Vial:**

Según el plano del sistema vial del PDU de la ciudad de HUARAZ, el terreno se encuentra ubicado en toda la vía principal AV. Cordillera negra que permite un fácil acceso al terreno, también cuenta con circulación de transporte privado y público que es muy importante para el proyecto de viviendas colectivas, empleando el Tapial como sistema constructivo en Chua Baja – Huaraz.



**Figura 24:** Plano de Jerarquías de Vías.

**Fuente:** Elaboración propia, en base al plano del PDU.

	CATEGORÍAS DE VIAS	TIPO DE VIA	NOMBRE DE VIA
■	VIA PRINCIPAL	ASFALTADA	Av. Cordillera Negra
■	VIA SECUNDARIA	CARROSABLE	Psje. Llanganuco
■	VIA INTERNA	SIN ASFALTO	Psje. Yanacocha Psje. Millpo

**Fuente:** Elaboración propia

✓ **Perfil Urbano:**

El terreno se encuentra en un proceso consolidación, maneja el uso de suelo residencial y alturas de uno a dos pisos con material de adobe, cada terreno cuenta con áreas libres que no le dan uso solo es área verde, lo que podría darle algún uso; por lo tanto, **permitirá diseñar el proyecto arquitectónico de viviendas colectivas** como se aprecia en la figura 25 y 26.



*Figura 25: Perfil Urbano, en esta imagen se puede observar la ubicación de las viviendas en el terreno dejando espacios libres sin uso.*

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 26: Perfil urbano.*

*Fuente: Elaboración propia, en base al plano del PDU.*

✓ **Clima:**

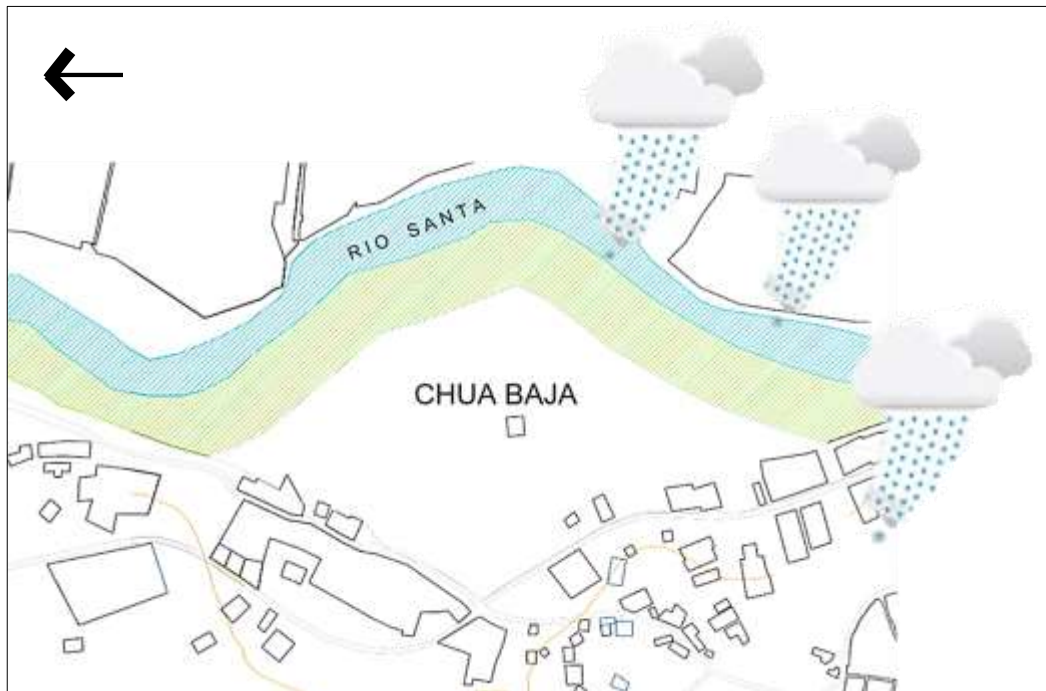
La temperatura anual oscila entre máxima de 24°C (75°F) y 7°C (44°F), y el clima en Huaraz tiene dos bien definidas. Templado y seco de mayo a septiembre, su clima es el llamado “Verano Andino”, el clima es agradable en esta época del año, con días de sol brillante y frío en las noches. La estación de lluvias se presenta entre los meses de Octubre a Abril, el sol brilla por las mañanas y llueve en las tardes, recibe entre 500 a 1000 m.m. de lluvia anual. Además se presenta un clima sub – tropical, con altas temperaturas y humedad atmosférica constante que caracteriza al valle formado por el rio Marañón.

Como vemos nos encontramos ante un clima que estamos expuestos a sufrir desastres naturales como deslizamientos y lluvias que pueden afectar a los pobladores de la zona; para ello, con este proyecto de viviendas colectivas empleando el Tapial como sistema constructivo, se apoyará un porcentaje significativo de pobladores que han sufrido daños parte de su vivienda y necesitan tener una vivienda digna.



**Figura 27:** Asolamiento.

**Fuente:** Elaboración propia, en base al plano del PDU.



**Figura 28:** La estación de lluvias se presenta entre los meses de Octubre a Abril, el sol brilla por las mañanas y llueve en las tardes, recibe entre 500 a 1000 m.m. de lluvia anual.

**Fuente:** Elaboración propia, en base al plano del PDU.

✓ **Topografía:**

Según el PDU – Huaraz es una zona que tiene suelos con pendientes ligeras y rugosas; para ello, no es impedimento para aplicar el proyecto en Huaraz – Chua Baja que es un sector apropiado para desarrollar el proyecto, diseño arquitectónico de viviendas colectivas. El terreno donde se realizará el proyecto en el sector de Chua Baja, es el más apropiado para la propuesta del proyecto arquitectónico de viviendas colectivas, empleando el tapial como sistema constructivo.



**Figura 29:** Topografía relativa

**Fuente:** Elaboración propia, en base al plano del PDU.

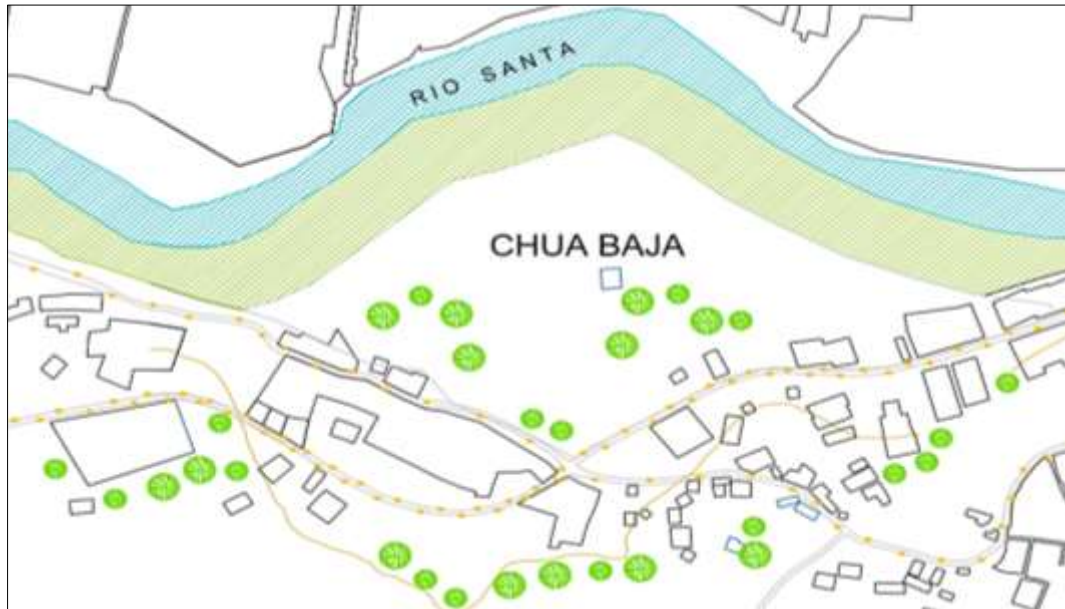
✓ **Servicios básicos:**

**Agua y desagüe:** el lugar cuenta con el servicio y abastecimiento de agua potable La Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín S.A. (EPS Chavín) es la empresa encargada del servicio de agua potable y alcantarillado del área central de Huaraz e Independencia, siendo las Juntas Administradoras las encargadas de las áreas periféricas y desagüe.

**Luz:** Al igual que el agua, el lugar cuenta con el servicio de electricidad que está a cargo La Empresa Hidramida es la encargada de la administración de la energía eléctrica en la ciudad de Huaraz. El sistema de transmisión de energía eléctrica es a través de la Central Hidroeléctrica de Huallanca, ubicada en el Cañón del Pato y el abastecimiento de energía eléctrica es a través de la Sub-Estación ubicada en Picup (margen izquierda del río Santa), cuya potencia instalada es de 5000 kW.



✓ **Elementos existentes:**

Según los elementos existentes en Chua Bajo, encontramos variedad de árboles de diferentes tamaños, la mayoría son eucaliptos; por otro lado, los postes de alumbrado eléctrico se encuentran instalados en la Av. Cordillera Negra y el Psje. Llanganuco.



**Figura 31:** Elementos existentes.

**Fuente:** Elaboración propia, en base al plano del PDU.

-  Alumbrado Eléctrico
-  Árboles

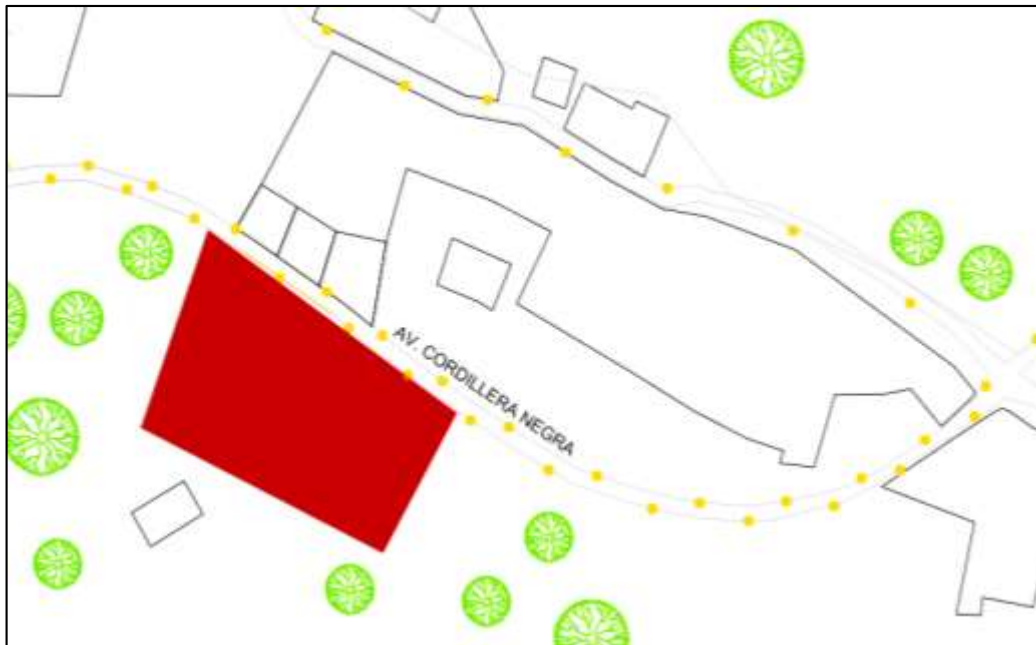


**Figura 31:** Terreno, el contexto se encuentra enmarcado dentro de una tipología arquitectónica de sierra con techos a dos aguas y construcciones no mayores a 3 pisos con abundancia de áreas verdes y terrenos agrícolas.

**Fuente:** Elaboración propia, en base al plano del PDU.






Teniendo en cuenta el resultado del análisis del contexto urbano, la ubicación del terreno donde se desarrolla el proyecto arquitectónico es en la avenida Cordillera Negra, ésta ubicación es la más apropiada por la pendiente natural que ayuda a generar mejores vistas, accesos peatonales estratégicos, la inclinación del sol, los recursos naturales del lugar.



**Figura 32:** Ubicación del terreno.

**Fuente:** Elaboración propia, en base al plano del PDU.

**LEYENDA**

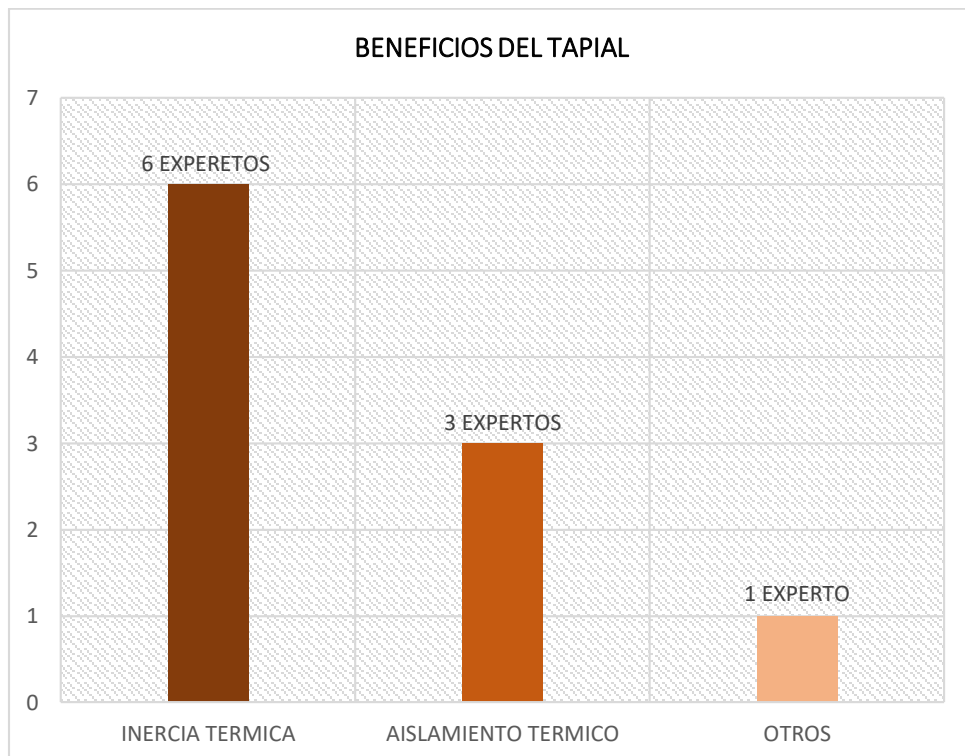
-  Árboles
-  Alumbrado Eléctrico
-  Terreno asignado para el Proyecto

Identificar a los expertos para conocer sus experiencias obtenidas en trabajos similares y así poder aplicarlo en la propuesta.

### ***Criterios para la entrevista y encuesta de expertos***

Se realizó una entrevista a expertos en la especialidad de arquitectura y aplicación del Tapial como sistema constructivo a un total de 10 donde este trabajo se sintetiza en las siguientes tablas (ver anexos 01 entrevista a expertos).

✓ **Gráfico 01**, beneficios del Tapial.

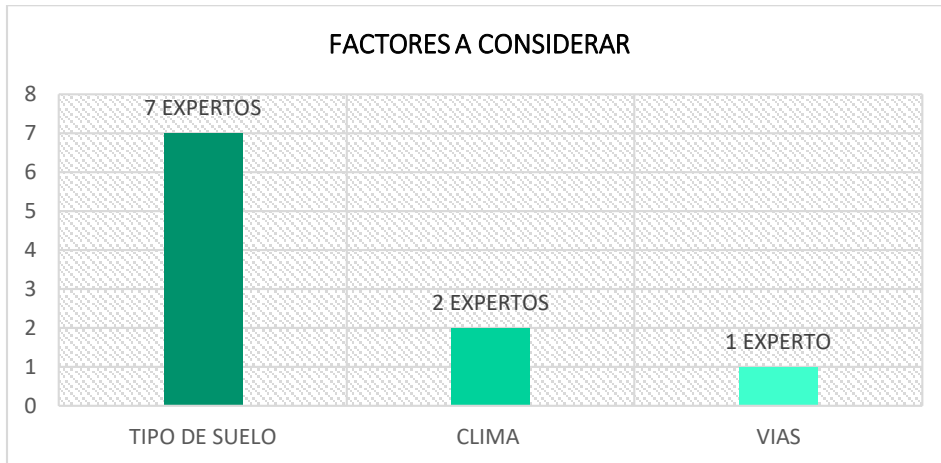


**Fuente:** *Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 10 expertos encuestados, 6 indican que el tapial proporciona inercia térmica, 3 indican que provee aislamiento térmico y 1 menciona otro beneficio.

Teniendo como resultado, el uso del tapial facilita la acumulación del calor ayudando a mantener una temperatura apropiada dentro de los ambientes.

- ✓ **Gráfico 02**, factores a considerar para el emplazamiento del proyecto.

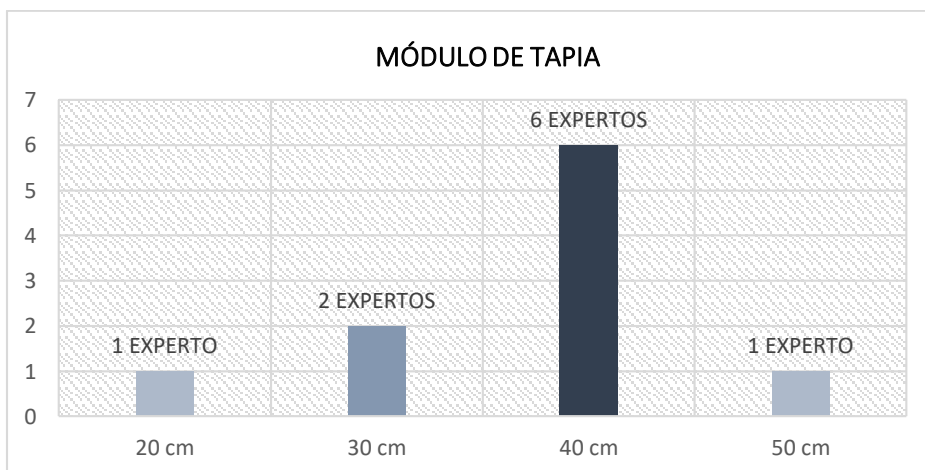


*Fuente: Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 10 expertos encuestados, 7 indican que el factor principal es el tipo de suelo, 2 tipo de clima y 1 las vías.

Teniendo como resultado, para poder trabajar con el Tapial se debe ver las características del tipo de suelo, si es adecuada la tierra para elaborar el tapial.

- ✓ **Gráfico 3**, espesor de la tapia.



*Fuente: Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 10 expertos encuestados, 6 indican el espesor debe ser 40 cm, 1 de 50 cm, 2 de 30 cm, 1 de 20 cm.

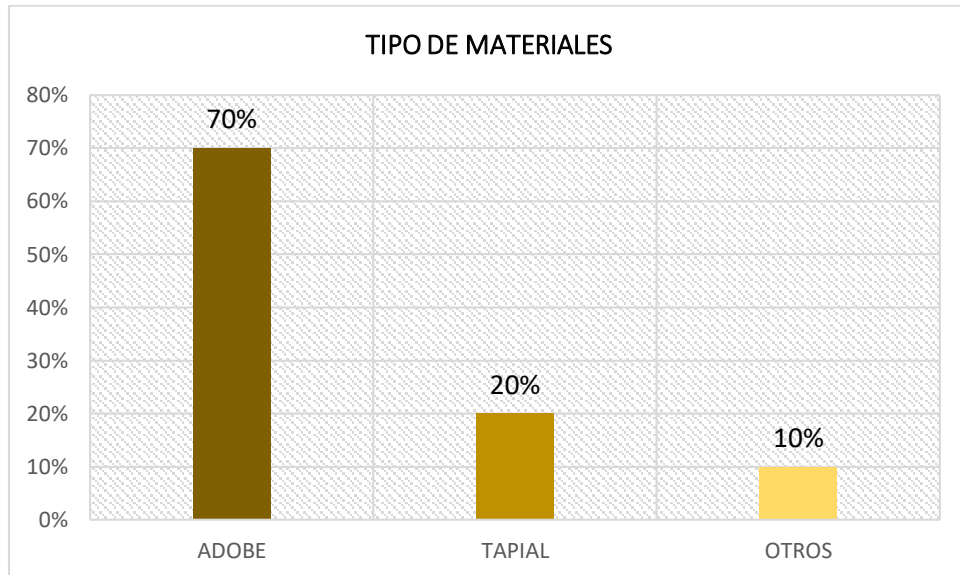
Teniendo como resultado, según la **Norma E 0.80**, el ancho mínimo de un muro de tierra es de 0.40 cm.

Identificar los requerimientos de los usuarios para aplicarlos en el proyecto arquitectónico de viviendas colectivas.

### ***Criterios para la encuesta a los usuarios de Chua Bajo***

Se realizó una encuesta para conocer los tipos de materiales de las viviendas, confort térmico, las actividades económicas que realizan, tipo de cultivos y animales que crían y ambientes complementarios que requieran integrar a sus viviendas, con un total de 44 personas donde el trabajo de campo se sintetiza en los siguientes gráficos estadísticos (ver anexo 02 fichas de encuestas).

- ✓ **Gráfico 04**, tipo de material que predomina en las viviendas de Chua Bajo.



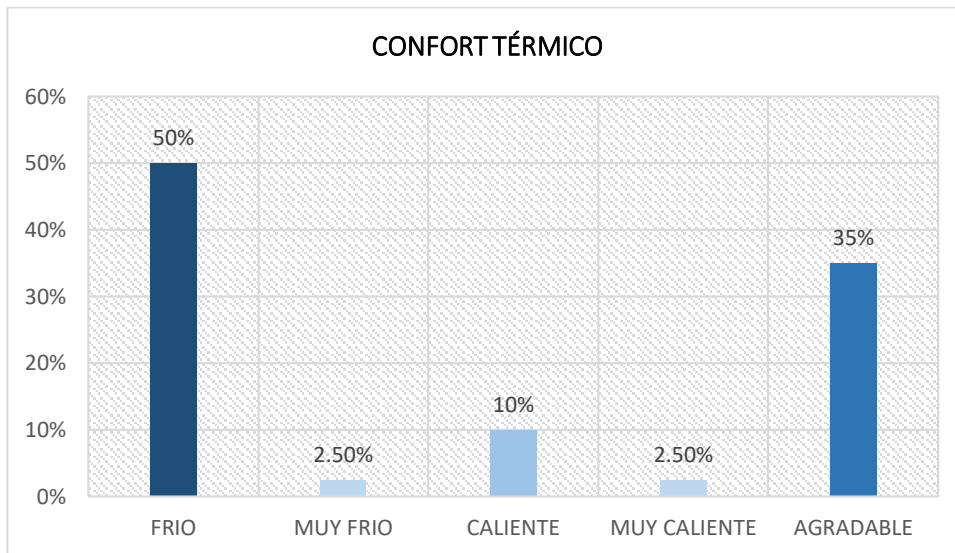
**Fuente:** *Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 44 personas encuestadas que hacen un total de 100%, el 70% habitan en viviendas con construcción de adobe, 20% viviendas con construcción de tapial y

10% viviendas de otros materiales. ***“Prevalecen las viviendas con construcciones antiguas de tierra”.***

Teniendo como resultado, hay incidencia en la construcción de tierra, se debe por ser un material térmico, fácil de construir; de tal manera, las viviendas se ubican en una zona homogénea de construcción de tierra compatible con el paisaje que las rodea.

✓ **Gráfico 05**, percepción de confort térmico por el usuario.

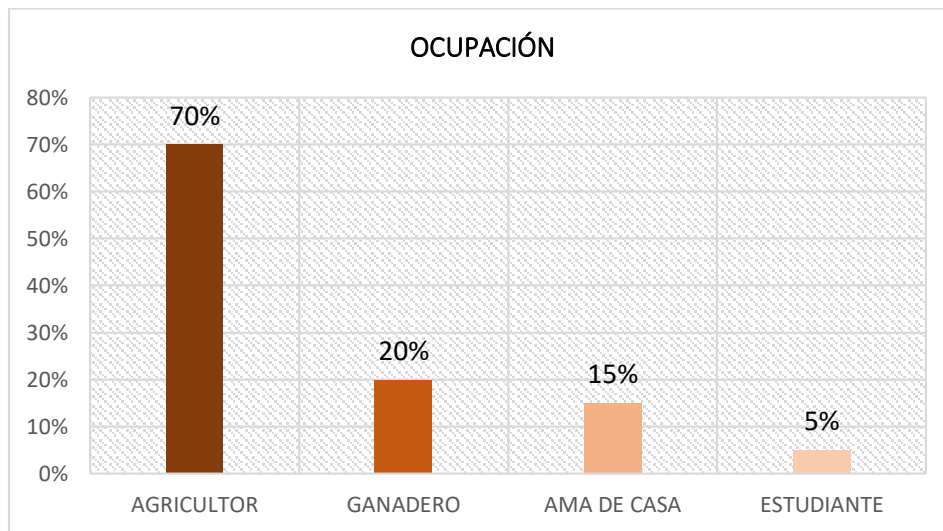


**Fuente:** *Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 44 personas que hace un total de 100%, la percepción del confort térmico es el siguiente: frío 50%, agradable 35%, caliente 10%, muy caliente 2.5%, muy frío 2.5%. ***“A pesar que el material de tierra es un material térmico, la percepción de la temperatura dentro de las viviendas es fría”.***

Teniendo como resultado, para que los espacios sean confortables, de referencia el aislamiento térmico de transmisión térmica K del cerramiento no será superior 1.20 W/mt<sup>2</sup>C según RNE.

✓ **Gráfico 06**, ocupación de los pobladores de Chua Bajo.

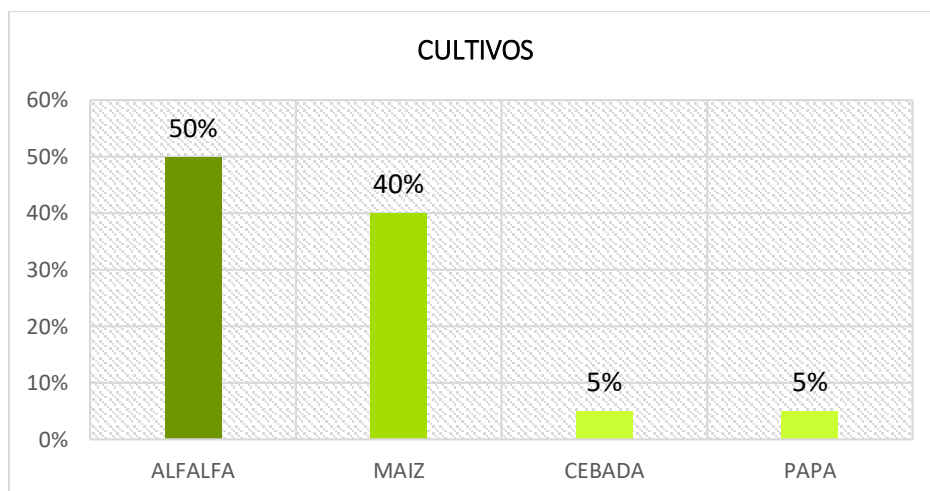


*Fuente: Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 44 personas que hace un total de 100%, el 70% se dedican a la agricultura, 20% a la ganadería, 15% son ama de casa y 5% son estudiantes.

**Conclusión:** por lo general los moradores de Chua Bajo se dedican a la agricultura para comercialización y consumo propio.

✓ **Gráfico 07**, cultivos que siembran las familias de Chua Bajo.

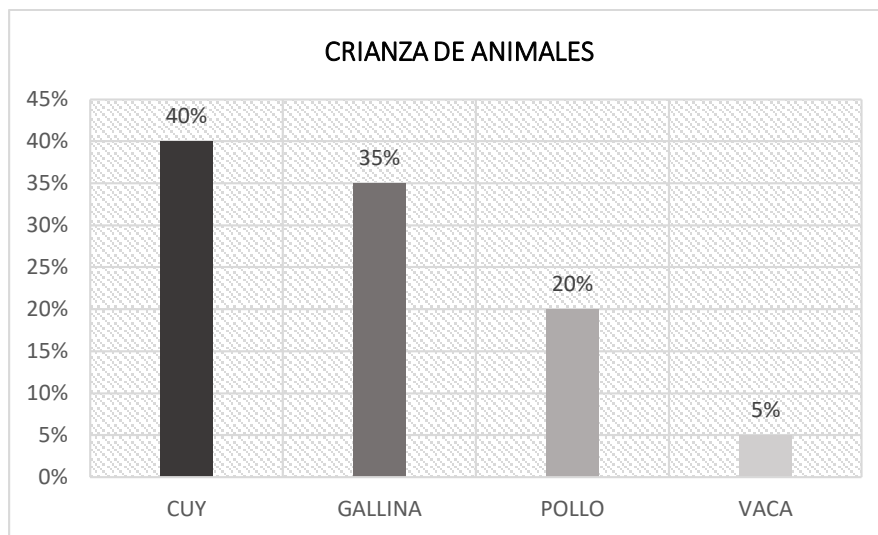


*Fuente: Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 44 personas encuestadas que hace un total de 100%, el 50% cultivan alfalfa, 40% maíz, 5% cebada, 5% papa.

Teniendo como resultado, los cultivos que siembran con frecuencia son: alfalfa y maíz.

✓ **Gráfico 08**, tipo de animales que crían en Chua Bajo.

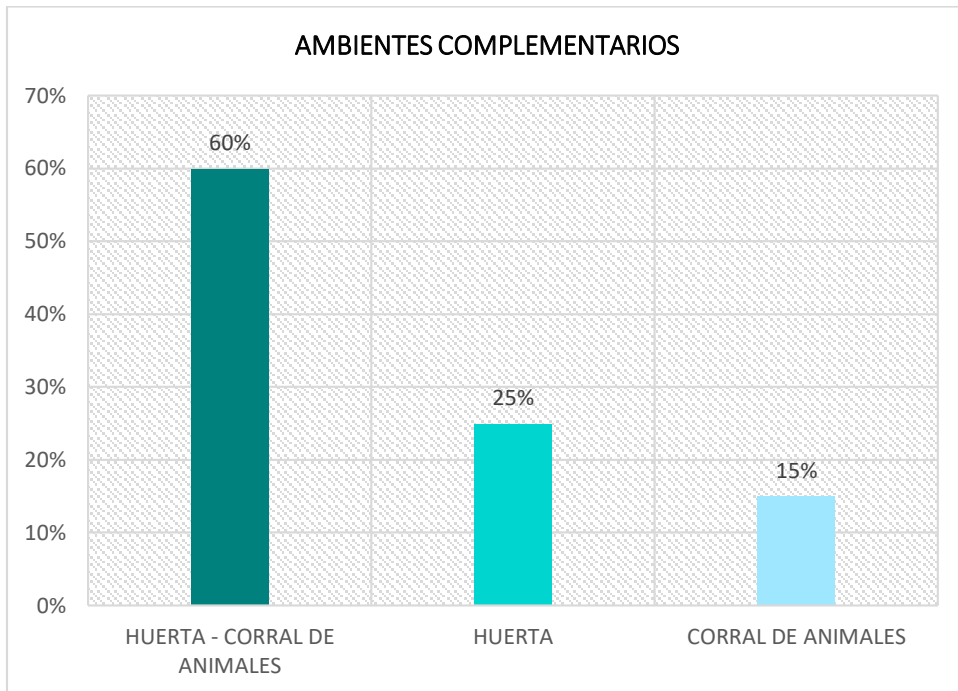


*Fuente: Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 44 personas encuestadas que hace un total de 100%, el 40% crían cuy, 35% gallina, 20% pollo, 5% vaca.

Teniendo como resultado, se dedican a la crianza de animales menores como: cuyes, gallinas y pollos para su propio consumo.

✓ **Gráfico 09**, ambientes complementarios.



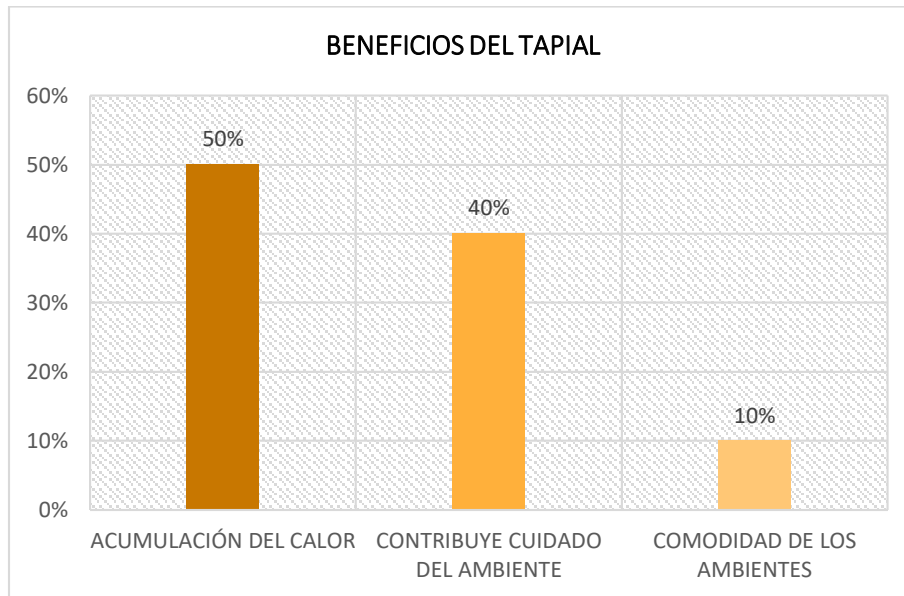
*Fuente: Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 44 personas encuestadas que hace un total de 100%, el 60% requieren de huerta y corral de animales, 25% huerta y 15% corral de animales.

Teniendo como resultado, los ambientes complementarios requeridos para una vivienda en Chua Bajo son una huerta y corral de animales.



✓ **Gráfico 10**, beneficios del tapial.



**Fuente:** *Elaboración propia.*

En el siguiente gráfico se observa que de 44 personas encuestadas, que hace un total de 100%, el 50% indican que el Tapial beneficia para la acumulación del calor, 40% con el cuidado del medio ambiente y 10% comodidad en los ambientes.

Teniendo como resultado, el uso del Tapial contribuye a varios beneficios como la acumulación de calor por la densidad de los muros, el uso de este material ayuda al cuidado del medio ambiente; ya que es un material natural.

Análisis de Proyectos Arquitectónicos de Viviendas Colectivas que aplicaron el Tapial como Sistema Constructivo.

**CASO 1: ARQUITECTURA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDA SOCIAL – CASA PATIO.**

**Arquitectos Responsables:** Marco Scheihing / Andrés Horn de la Universidad Austral de Chile.

**Ubicación:** Santiago de Chile, Chile.

**Situación:** El proyecto consistía en proponer formas para enfrentar la vivienda social (del Fondo Solidario de Vivienda) a través de estrategias de diseño energéticamente eficientes que fuesen capaces de mejorar los estándares de habitabilidad, integración e impacto ambiental que existen hoy en día. La propuesta debía estar emplazada en un terreno genérico de 200 x 100 metros, donde se debería dar cabida a un máximo de 150 unidades de vivienda, incluyendo vías de circulación vehicular y peatonal, espacios públicos, áreas verdes y el equipamiento vecinal comunitario.



**Figura 33:** Vivienda Social – Casa Patio.

**Fuente:** Giuliano Pastorelli.

**Estrategia Proyectual:** A partir de la repetición de una grilla de 3 metros, la propuesta determinó una unidad mínima que entregaba escala y proporción al conjunto en general (ver esquema superior arriba).

A partir de esto se fijaron puntos jerárquicos sobre los cuales se empezó a dar orden y ubicación al partido general, además la distribución en las superficies de las áreas verdes no fue a través de grandes extensiones concentradas de espacio público, sino que se aplicó un criterio distribuido en el cual cada vivienda se agrupaba en torno a un espacio central semipúblico (ver esquema 4 abajo).

Se entrega una vivienda de 45 m<sup>2</sup>, pudiendo ampliarse hasta alcanzar un máximo de 85 m<sup>2</sup>. En relación al valor inmobiliario, el proyecto agrega dos ventajas sustanciales a la hora de funcionar como operación inmobiliaria pública: las personas pueden decidir el diseño de sus casas y el lugar específico en el conjunto.



**Figura 34:** *La Casa Patio, estructura de pilares y vigas de hormigón armado en una retícula de tres por tres metros de ancho en dos niveles de altura, construyendo unidades habitacionales de 18 x 18 mts*

**Fuente:** *Giuliano Pastorelli.*

## CASO 2: VIVIENDA COLECTIVA EN PISCO

**Arquitectos Responsables:** Mónica Copaja.

**Ubicación:** Pisco, Perú.

**Situación:** Se propone un sistema constructivo prefabricado para facilitar las posibilidades de flexibilidad y transformación de la vivienda con el paso del tiempo. Esta estructura modular transformable va a dar lugar a edificios de diversidad horizontal y vertical, permitiendo la capacidad de adecuación a los diversos agrupamientos familiares existentes. Es decir, el edificio se transforma según la ocupación de las viviendas y las necesidades de los usuarios.



*Figura 35: Vista aérea de las viviendas colectivas teniendo núcleos centrales como ejes.*

*Fuente: Mónica Copaja.*

**Estrategia Proyectual:** Las viviendas tienen las dimensiones mínimas para lograr el confort aprovechando el espacio al máximo. Los núcleos de servicios fijos están agrupados liberando el resto del espacio, el cual puede variar según la disposición de los elementos divisorios que han sido diseñados para dar opción a distintas combinaciones según las necesidades de cada agrupación familiar.

Los módulos tridimensionales ligeros dan lugar a edificios desmontables, es decir, estos edificios pueden construirse y reconstruirse. Ellos partes reconstruibles o materiales reciclables, esto contribuye al cierre de ciclos de los materiales.



*Figura 36: Espacios centrales.*

*Fuente: Mónica Copaja.*

**Ubicación:** Santiago de Chile, Chile.

**Situación:** En consideración del potencial de densificación de los lotes de 9 x 18 de metros, se estudia el caso del barrio La Faena. Actualmente, el sector reúne una gran diversidad de habitantes, muchas veces congregando a varios núcleos familiares en un mismo sitio. El proyecto propone

densificar de manera integrada, conservando a los vecinos presentes y recibiendo a sus allegados, siguiendo el modelo de condominios familiares.



**Figura 37:** Plano general, el proyecto presenta dos plazas internas para que se realice actividades sociales y culturales.

**Fuente:** Mercedes Patthey.

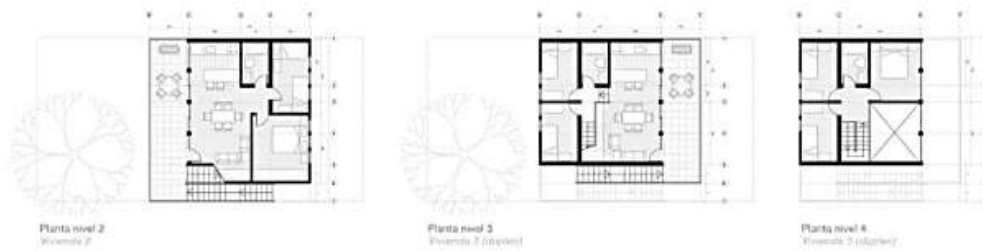
**Estrategia Proyectual:** El proyecto se desarrolla tanto desde el ámbito privado como desde lo público, en base a un diagnóstico levantado en terreno. La zona de estudio presenta hoy un grave deterioro, especialmente en sus dos plazas interiores, polarizadas y estigmatizadas por las malas prácticas. El proyecto parte por el reconocimiento de una pieza urbana detonante, que de intervenirse repetidamente, podría generar una red interior de plazas y paseos peatonales.

En específico, el diseño de espacios públicos y de vivienda se centra en el nuevo perfil de la Calle 36. La vivienda colectiva busca incentivar el diálogo entre interiores y exteriores, privilegiando recintos como el patio, la escalera común y las terrazas. El condominio familiar ofrece tres tipologías de vivienda, con posibilidad de acoger a adultos mayores, o de establecer un taller o un comercio en primera planta.



**Figura 37:** Corte Elevación – Barrio la faena

**Fuente:** Mercedes Patthey.



**Figura 38:** Plantas – Barrio la faena.

**Fuente:** Mercedes Patthey.



**Figura 39:** Elevaciones – Barrio la faena.

**Fuente:** Mercedes Patthey.

**CASO 4: VIVIENDA COLECTIVA “CASA BLANCA”**

**Arquitectos Responsables:** AQSO Arquitectos Office.

**Ubicación:** Casa Blanca, Marruecoa.

**Situación:** Este conjunto residencial se define a través de un volumen continuo que serpentea para envolver en el interior dos patios privados. Su altura se adapta al cambiante contexto de la parcela, combinando en un solo elemento una imagen doméstica y otra urbana.



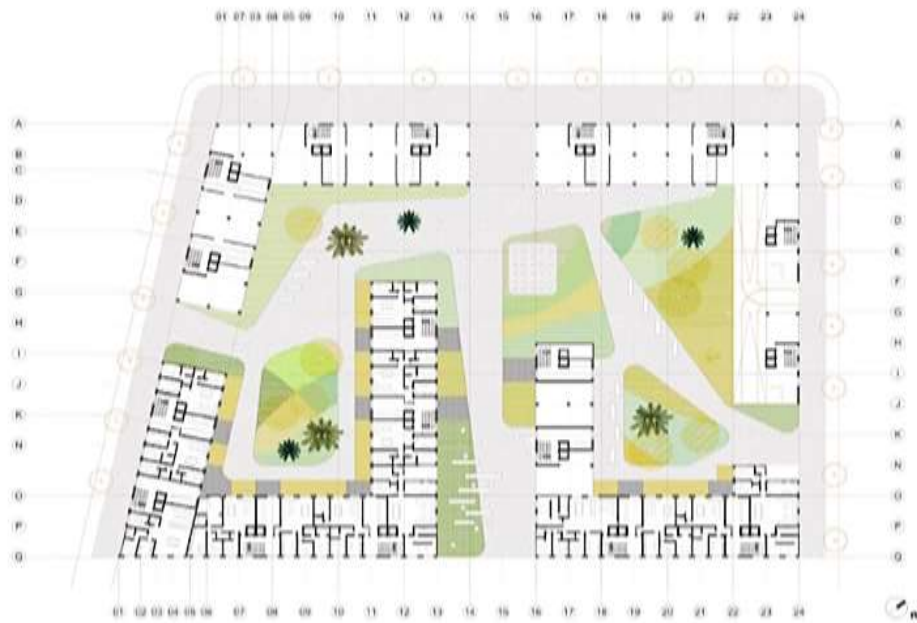
**Figura 40:** Vivienda Colectiva “Casa Blanca”

**Fuente:** Mercedes Patthey.

**Estrategia Proyectual:** Se localiza en la parte este del distrito Anfa, una de las zonas más céntricas de la ciudad histórica de Casablanca, y en cuyas inmediaciones se prevé la liberación del espacio que ocupaba el antiguo aeropuerto. La parcela se sitúa en una posición de límite entre el bulevar del Gran Teatro y una zona residencial con viviendas de menor altura y abundantes zonas ajardinadas.

La solución conceptual de la propuesta se basa en un volumen continuo que, alineándose a las calles que delimitan la parcela, vuelve sobre sí mismo para encerrar dos grandes ‘riads’. Este gesto unitario se ve condicionado por las características específicas de cada uno de los extremos que lo acotan, de manera que el alzado varía su altura formando una figura contemporánea, irregular y expresiva cuya cubierta escalonada se transforma en una serie de terrazas verdes.





**Figura 41:** Distribución de las Viviendas, formando espacios públicos centrales.

**Fuente:** Mercedes Pathev.

De este modo, el edificio crece para ofrecer un carácter urbano hacia el bulevar y disminuye su escala en el lado opuesto interior. El volumen ascendente facilita que las viviendas disfruten de las vistas del parque urbano. Sobre esta misma idea, también la piel que envuelve el volumen adopta dos mecanismos diferentes: la fachada exterior, expuesta a la condición más pública del entorno, toma un carácter introvertido y formal, mientras la interior, que se abre a los patios de manzana de carácter privado, toma un carácter más extrovertido y doméstico.

La primera está formada por galerías lineales en cuyas aberturas se disponen celosías practicables y la segunda es una superficie blanca y lisa, tan sólo interrumpida por ventanas alargadas y grandes balcones. Estos volúmenes se disponen de forma irregular, colgando del paño de la fachada como si se tratasen de macetas en la pared de un patio andaluz. El volumen del edificio se perfora con grandes huecos pasantes que funcionan como terrazas verdes y favorecen la ventilación y vistas del conjunto.



*Figura 42: Espacios públicos centrales, conformados por áreas verdes y arbustos.*

*Fuente: Mercedes Patthev.*

El tratamiento de los patios de manzana consiste en una ordenación orgánica formada por zonas de pavimento empedrado, balsas de agua y vegetación autóctona de árboles y plantas que tapizan la superficie. El edificio se compone de diferentes tipologías residenciales cuyas superficies varían entre 70 m<sup>2</sup> y 160 m<sup>2</sup>. Los apartamentos se ajustan a un módulo de 6 x 3 metros en cuya superficie se distribuyen las diferentes estancias. Se distinguen cinco tipos de apartamentos, con varios subtipos en función de la orientación y geometría.

## CASO 5: BLOQUE DE VIVIENDAS COLECTIVAS EN EL ECOBARRIO

**Arquitectos Responsables:** Jesús Sotelo Fernández

**Ubicación:** Toledo, España.

**Situación:** El Conjunto residencial se encuentra situado en el ámbito del Eco barrio, un ambicioso proyecto urbano residencial situado en una zona de gran importancia para el futuro de la ciudad ya que está llamada a convertirse en el nexo de unión entre la ciudad antigua y la ciudad moderna de Toledo.

Los principios de sostenibilidad y de óptimo comportamiento bioclimático de los edificios fueron perseguidos en todas las fases del desarrollo del proyecto y se convirtieron, junto con los condicionantes propios derivados de las viviendas de protección pública, tales como optimización de las superficies y consecución de la máxima expresión formal con los mínimos recursos posibles, en los criterios fundamentales seguidos a lo largo del desarrollo del proyecto.



**Figura 43:** Bloque de viviendas colectivas en el Eco barrio.

**Fuente:** Jesús Sotelo Fernández.

buen Estos bloques se sitúan en alineaciones norte y sur, lo que libera la mayor superficie de suelo posible para poder ser destinado a zonas comunes y de esparcimiento.

La compacidad y sobriedad volumétrica de los edificios hace necesaria la búsqueda de expresividad formal en otros temas tales como la combinación de distintos materiales o el juego de oposición de distintas escalas-texturas.

El juego de combinación de materiales no sólo consiste en el empleo de una gran variedad de ellos sino en un esmerado estudio de los distintos encuentros que se producen entre ellos con el fin de enriquecer el conjunto.

En cuanto a la oposición de distintas escalas-texturas, este se produce entre cada una de las fachadas, confrontando conceptos tales como la masividad y simplicidad de los frentes de hormigón situados en los extremos con otros como el dinamismo, ligereza y complejidad de la fachada sur consistente en un frente de terrazas continuas y elementos móviles que ofrecen protección solar a las viviendas. En el caso de la fachada norte prevalece una composición más plana y cerrada que sigue un ritmo de paños verticales de distintos tipos de ladrillo.



**Figura 44:** Bloques en conjunto de viviendas colectivas en el Eco barrio.

**Fuente:** Jesús Sotelo Fernández.

## CASO 6: MEJORAMIENTO DE AREAS DE HOSPEDAJE DE LA HACIENDA SANTA MARIA DE TARMA

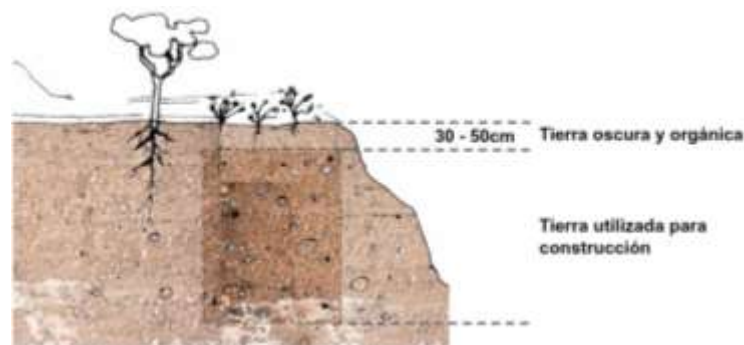
**Arquitectos Responsables:** Rosana Correa / Sofía Rodríguez Larrain / Julio Vargas / Edith Meneses / Silvia Onnis / Teresa Montoya.

**Ubicación:** Tarma, Junín.

**Situación:** Mejoramiento de áreas de hospedaje de la hacienda Santa María de Tarma, mediante la adaptación de la técnica contemporánea de Tapial reforzado para la construcción con tierra sismo resistentes, manteniendo sus características arquitectónicas originales. El objetivo de este proyecto es hacer un registro de las técnicas constructivas tradicionales, que propicie una reflexión para generar conocimiento de base para nuevas propuestas de construcciones sismo resistente y saludable.

### **Análisis de componentes de construcción:**

**El Tapial:** con respecto a las canteras la mayoría reconoce como una tierra apta para construir la tierra rojiza. Los términos con los que nombran los tipos de tierra son: tierra shirka, de color amarillento o crema, tierra agrícola, de color gris oscuro y tierra rojiza, considerada buena para la construcción. No se construye con tierra superficial, sino con tierra que esté por debajo de 30 o 50cm, es la medida que se establece como convención.



**Figura 45:** Profundidad de canteras de tierra.

**Fuente:** Rodríguez Larrain S.

Se argumenta que el tapial es una técnica constructiva rápida, barata y resistente. En cuanto a las proporciones del tapial, se manejan anchos de 40 a 60 cm. Se utilizan los muros más gruesos para el primer piso (y se han visto casos de hasta 3 pisos con un espesor de 40 cm en el tercer piso). Las dimensiones del módulo de tapia son de 0.40 a 0.60 m de ancho x 0.60 m de alto x 1.60 a 1.80 m de largo. Para completar una grava se rellenan 4 capas de 20 cm que se compactan a 15 cm.



**Figura 46:** Porciones de tapial con distintos tipos de tierra.

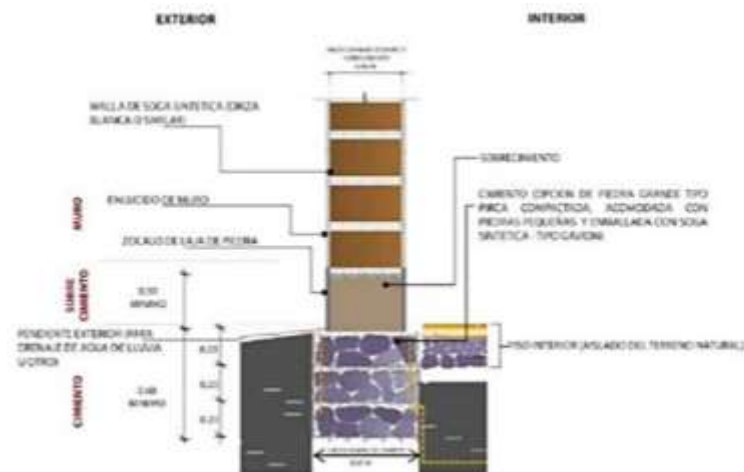
**Fuente:** Rodríguez Larrain S.



**Figura 47:** Proceso de elaboración de un tapial (encofrado) y detalles.

**Fuente:** Rodríguez Larrain S.

**Cimientos y Sobrecimientos:** Se utiliza principalmente piedra con arista, pero no se descarta el uso de la piedra de canto rodado. Con respecto a los morteros es principalmente de barro, también es frecuente el uso del concreto. Las porciones dependen básicamente del terreno en el que se construye en los que se sugiere profundidades desde los 0.60 – 0.80 m en los suelos más firmes y se extienden hasta 1.10 m en suelos blandos. El ancho del cimiento en la mayoría de los casos es más ancho que el espesor de muro. Los sobrecimientos en cambio tienen el mismo espesor de muro y tienen alturas entre los 0.15 y 0.40 m. Se realiza con piedra mas chica entre 4” y 6”.

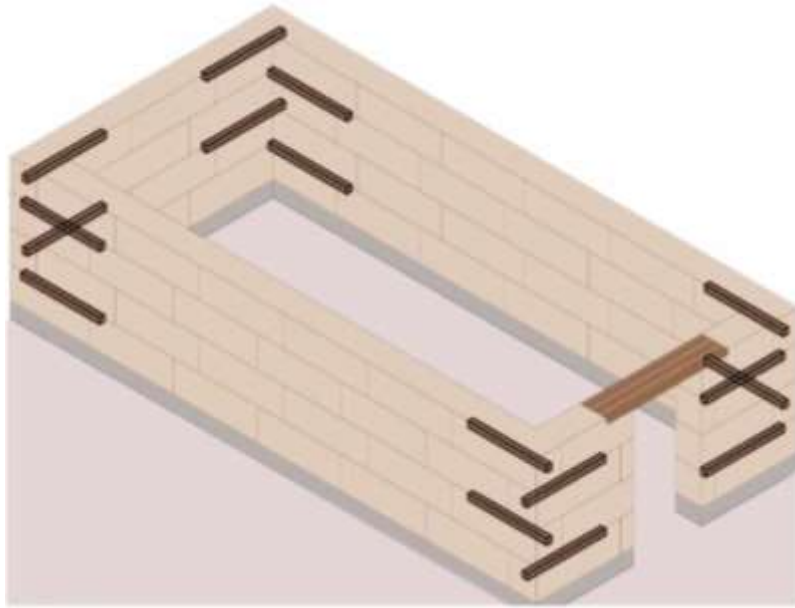


**Figura 48:** Detalle de cimentación con sus partes.

**Fuente:** Norma E – 0.80.

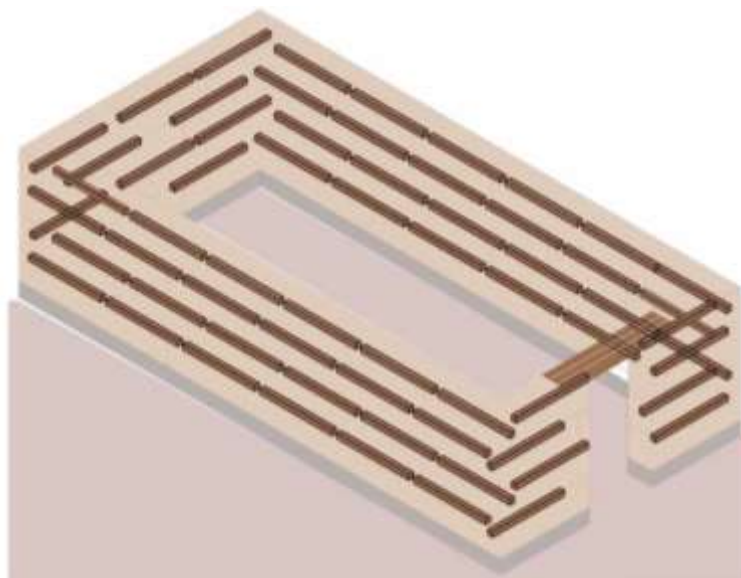
Los refuerzos que se mencionaron fueron el uso de un sistema en el que se coloca un collarín con fierros de media, amarrados con unos fierros verticales en la parte superior de la habitación, mientras que en algunos grupos se habló de los refuerzos conocidos como candados en las esquinas. En las casas antiguas, se utilizan los candados, que son palos de 4”x4” que se ponen al medio de cada tapia para que la tapia no se abra. En cuanto a los acabados, se trabaja con yeso o cemento directamente sobre la tapia, con un espesor de 1”, también con estos materiales se hacen las técnicas de pañeteado sin plancha y la de lashtrado que consiste en chicotear el material de enlucido con el pellejo de carnero. Existe cierto rechazo al uso

del cemento en fachadas por el vacío que se crea entre dos materiales que acaba con el desprendimiento del cemento.



**Figura 49:** Refuerzo de candados en las esquinas, utilizados en las casas más antiguas.

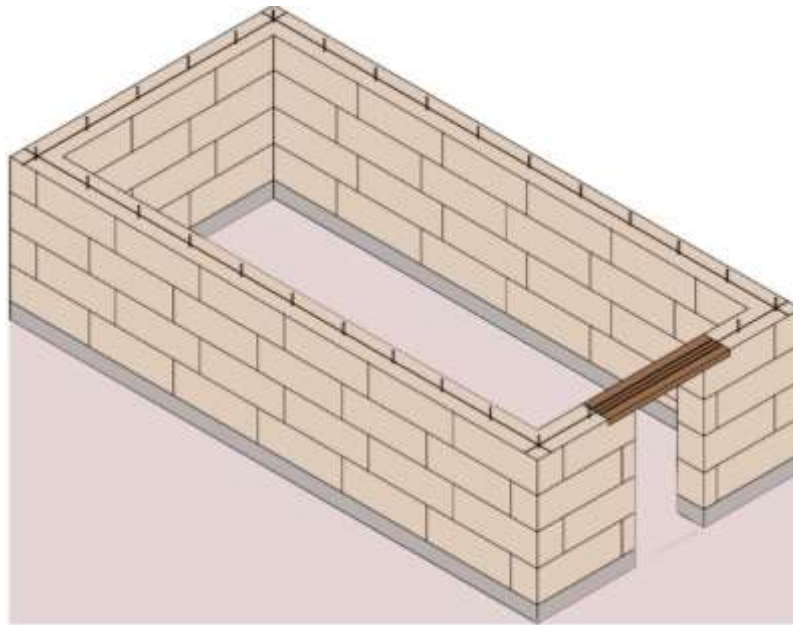
**Fuente:** Rodríguez Larrain S.



**Figura 50:** Refuerzo de candados en todos los tapiales.

**Fuente:** Rodríguez Larrain S.





**Figura 51:** Refuerzo de collarín alrededor de la habitación.

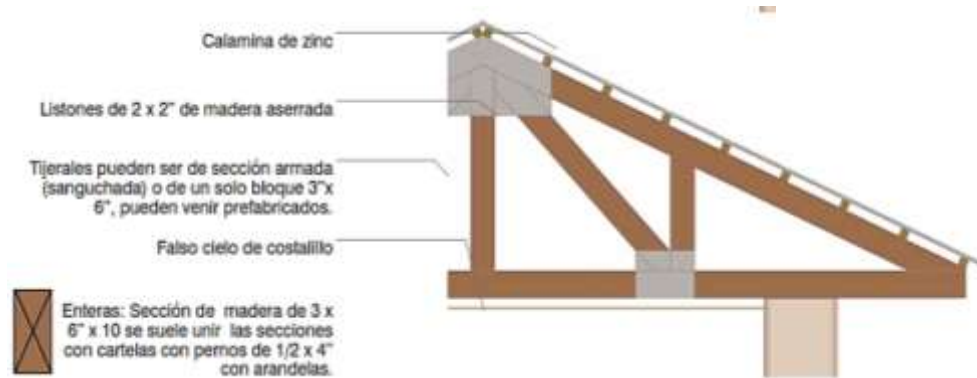
**Fuente:** Rodríguez Larrain S.

**Techos:** Los techos generalmente son a dos aguas. Para hacer los tijerales se utilizan maderas compuestas con cartelas de fierro. En las figuras 49 y 50 explica la sección y dimensiones de cada caso. Las vigas que forman parte del tijeral son aserradas y se tratan con aceite quemado, Para evitar la caída de la torta de barro y evitar la impermeabilización se utilizan fibras naturales como la cortadera y torta, en otras partes del Perú se utiliza actualmente plástico.



**Figura 52:** Corte detalle de techo con tejas.

**Fuente:** Rodríguez Larrain S.



**Figura 53:** Corte detalle de techo con calaminas.

**Fuente:** Rodríguez Larrain S.

Requerimiento de ambientes para Viviendas Colectivas.

✓ **Ambientes Obligatorios:**

**Tabla N° 06:** Ambientes Obligatorios.

<i>Expertos</i>	<i>Respuestas</i>
Experto 01	La vivienda conformada por: sala – comedor, cocina, ½ baño, 2 dormitorios c/u con baño, área de cultivo; todas las viviendas integradas a un espacio público, accesos vehiculares y peatonales.
Experto 02	Un área de esparcimiento que sirva como espacio en común para las viviendas, cada vivienda debe tener: sala – comedor, cocina, lavandería, baño, 2 a 3 dormitorios, huerta, corral para sus animales.
Experto 03	Cada vivienda debe tener: sala – comedor, cocina, baño, 2 dormitorios, lavandería; un área en común entre las viviendas: patios comunes, espacio público, área de esparcimiento, etc.

**Fuente:** Entrevista a expertos, elaboración propia.

- ✓ Ambientes extraídos del análisis de Viviendas Colectivas:

**Tabla N° 07:** *Ambientes extraídos del análisis.*

<i>Vivienda Colectiva</i>	<i>Ambientes</i>
Caso 01	Con 150 viviendas, circulación vehicular y peatonal, espacios públicos, áreas verdes y equipamiento vecinal comunario.
Caso 02	Edificios de viviendas horizontales y verticales: sala – comedor, cocina, lavandería, baño, 2 dormitorios, 2 espacios públicos.
Caso 03	Plazas internas, escaleras comunes, jardines, bloques de viviendas: sala – comedor, cocina, baño, 2 dormitorios y terraza.
Caso 04	Patios privados, jardines, viviendas de 70 m <sup>2</sup> y 160 m <sup>2</sup> , 1 parque urbano.

**Fuente:** *Análisis de casos, elaboración propia.*

- ✓ **Síntesis:** Teniendo en cuenta el resultado del análisis de casos análogos, y de las respuestas de expertos, llegamos a obtener la siguiente programación de ambientes:

**Tabla N° 08: Requerimiento de Ambientes para Vivienda Colectiva**

	<i>COD.</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANT.</i>	<i>AREA</i>	<i>PARCIAL</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TOTAL</i>
					<i>UNITARIA</i>		
<b>VIVIENDA</b>	1.0	<b>MODELO TÍPICO</b>			118.00 m2	07	826.00
	1.1	Sala – Comedor	1	22.00 m2	22.00 m2		
	1.2	Cocina	1	6.00 m2	6.00 m2		
	1.3	Lavandería	1	4.00 m2	4.00 m2		
	1.4	½ Baño	1	2.20 m2	2.20 m2		
	1.5	Hab. Principal + Baño	1	18.00 m2	18.00 m2		
	1.6	Hab. Simple + Baño	1	16.00 m2	16.00 m2		
	1.7	Hall o Ingreso	1	5.00 m2	5.00 m2		
	2.0	<b>AREA COMPLEMENTARIA</b>					
	2.1	Área de Cultivo	1	180.00 m2	180.00 m2	07	1260.00
2.2	Corral	1	121.04 m2	121.04 m2	07	847.00	
3.0	<b>AREA RECREATIVA</b>						
3.1	Áreas Verdes	1	220.00 m2			220.00	
3.2	Espacio Público	1	280 00 m2			280.00	
<b>AREA CONSTRUIDA TOTAL</b>							1673.00
<b>AREA LIBRE</b>							6 111.17
<b>AREA DEL TERRENO</b>							7 784.17

*Fuente: Elaboración propia.*

Determinar las consideraciones de diseño para el proyecto arquitectónico de viviendas colectivas empleando el tapial como sistema constructivo.

**Tabla N° 09: Consideraciones de Diseño Arquitectónico.**

<i>Expertos</i>	<i>Respuestas</i>
Experto 01	La idea es proyectarse a una mejora y que no solo se enfoque al plantear una alternativa de muro de tapial con una arquitectura moderna, lo que se tiene que plantear es que en ese tipo de espacios es una arquitectura paisajista, que la propuesta arquitectónica que se realice sea más o menos compatible con el paisaje, no puedo hacer una arquitectura caprichosa tipo Costa en la Sierra donde hay cerros, vegetación,

Experto 02

cielo azul. La propuesta arquitectónica tiene que ir de la mano con el reglamento Norma E - 0.80.

La consideraciones de diseño en este caso manteniendo el sistema constructivo tradicional son los flujos funcionales, es decir, mucho de estos proyectos los planos lo traza el mismo usuario, todo diseño tiene un componente nuevo, el flujo vertical y horizontal depende del requerimiento del usuario y a la vez del tapial hasta cuantos pisos permite que se haga una vivienda.

Experto 03

Hay que aplicar la norma técnica de edificación: E: 080 Construcción con Tierra reforzada. Allí hay consideraciones de diseño y técnicas. Además realizaría un diseño bioclimático, es decir utilizaría las propiedades del material para conseguir el óptimo confort dentro de las viviendas. Además hay un conjunto de factores que mejoran el diseño según el clima, propiciando la ventilación, el asoleamiento o lo que sea requerido según la localización.

**Fuente:** Entrevista a expertos, elaboración propia.

- ✓ Como punto de partida para el proyecto arquitectónico de viviendas colectivas se tiene en cuenta la topografía del terreno, ubicando las siete viviendas en diferentes plataformas adecuándose al terreno en busca de mejores vistas. La volumetría del modelo típico de vivienda está compuesto por un cubo central donde se ubica la sala, comedor y cocina; dos cubos a los extremos siendo los dormitorios a través de una modulación separando los espacios públicos y privados.
- ✓ El modelo típico de viviendas colectivas debe adecuarse al contexto tipo sierra con techos a 1 o 2 aguas y buscando una identidad con el lugar que lo contiene.

- ✓ Los espacios que se integran al proyecto arquitectónico deben estar conectados mediante corredores, senderos y graderías conformando un eje espacial homogéneo (radial, central, lineal, etc.). Los espacios deben contar con un confort adecuado al RNE no debe ser superior 120W/mt 2C.
- ✓ Los materiales que se emplearán serán: el tapial como sistema constructivo que servirá para los cerramientos de la vivienda con un espesor de 0.40 cm, para el techo se usará rollizos de eucalipto, iru ichu, torta de barro y tejas de arcilla y finalmente para el piso se empleara piedra mediana, durmientes de madera y tablones de madera y así lograr un mejor confort térmico a las viviendas.
- ✓ Las viviendas colectivas deben generar convivencia; para ello, se propone un espacio público o en común que permite organizar las viviendas, conectándolas entre sí a través de graderías, áreas verdes y mobiliarios urbanos, generando una mejor convivencia entre los habitantes de Chua Bajo. Por otro lado, el tapial estará aplicado en la vivienda y a la vez en el espacio público a través de graderías, jardineras – bancas, etc., generando integración entre el proyecto arquitectónico y el sistema constructivo.

Teniendo como resultado, lo esencial para la vivienda colectiva es generar barrio, la identidad; porque tiene que suscitar convivencia; para ello, se propone diseñar un espacio colectivo o en común que permita organizar a las viviendas. En una vivienda colectiva es importante lo que hay de la puerta para adentro pero debe importar con el mismo ímpetu los espacios que hay de la puerta para afuera que son espacios de convivencia reflejando lo propio del lugar.

#### **IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

El proyecto de investigación Escobedo Solís tuvo como objetivo mejorar la calidad de vida a las familias de escasos recursos de la zona de Yucután – Motul, se tomó como referencia el buen aprovechamiento, de los materiales de la zona e incorporarlos en la construcción de las viviendas, me pareció muy eficaz y conómico; para ello, se realizó un estudio preciso y riguroso del territorio dando solución a un problema habitacional.

Y en el proyecto de Mónica Copaja “Viviendas colectivas en Pisco”, tuvo como resultado una estructura modular transformable dando lugar a los edificios diversidad horizontal y vertical permitiendo generar espacios en común entre los edificios, en lo personal me pareció muy importante generar espacios comunes que va a permitir generar barrio entre los vecinos, siempre he pensado que lo más importante de una vivienda colectiva es generar convivencia entre las familias, sé que es importante lo que hay de la puerta para dentro pero también debe importar con ese mismo ímpetu los espacios que hay estos de la puerta para afuera que son esos espacios públicos que genera interacción entre las personas.

Finalmente en el proyecto de la Hacienda Santa María en Tarma, se obtuvo como resultado final un tapial mejorado, innovando la técnica del tapial vernáculo según la norma E-080, en lo personal me pareció muy importante aplicar esta norma ya que garantiza una construcción de un habitad más seguro; a su vez, indican consideraciones de diseño que se deben respetar en la construcción. Cabe resaltar que se utilizó viga collar en todo el contorno de la vivienda, iru ichu en la mezcla de tapia para reforzar la construcción y obtener un mejor confort en las viviendas.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Se concluye el proyecto arquitectónico de viviendas colectivas empleando el tapial, se adecua al contexto por la pendiente natural permitiendo a las viviendas ubicarlas en plataformas con diferentes niveles generando mejores vistas y accesos estratégicos; a la vez, el tipo de suelo del sitio es arcilloso y rocoso aprobado para la elaboración del tapial, este sistema constructivo ancestral o artesanal tuvo que mantenerse con la misma técnica o método tradicional del tapial. Por otro lado, el recorrido del sol se aprovecha para la acumulación del calor durante el día permitiendo que la sensación térmica sea más perceptible y manejable por los usuarios.

Se concluye que los beneficios del empleo del tapial en las viviendas colectivas genera un diseño bioclimático implicando el ahorro de energía; pues, al ser un material natural y biodegradable va a contribuir al incremento de CO<sub>2</sub>; por otro lado, el tapial por la misma densidad de muros es factible que el calor no se pierda tan fácilmente y así los ambientes sean confortables que no perjudique el frío a niños y ancianos. A su vez; para mejorar el proyecto arquitectónico de viviendas colectivas, cada vivienda tendrá su área complementaria como área de cultivo y corral de animales que les ayuda en su economía y consumo propio de las familias.

Lo esencial de un proyecto arquitectónico de viviendas colectivas es generar “Barrio”; es decir, la identidad, el mismo nombre lo indica “colectivo” porque debe resaltar la convivencia entre las familias de Chua Bajo; para ello se propuso un espacio público porque permite organizar a las viviendas e interactuar entre los habitantes.

Se concluye que el Tapial que se empleó en el proyecto arquitectónico fue para cerramientos de la vivienda con una dimensión de 0.40m de ancho x 0.60m de alto x 1.60m de largo, reforzándolo con tallos de eucalipto estos materiales se encuentran en la misma zona a la vez incorporando el iru ichu para una mejor



consistencia; de tal manera, ayudó a ser más económico, utilizándolo como material constructivo formando parte de la misma edificación.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda profundizar en la investigación con respecto al empleo del Tapial como sistema constructivo para tener una visión más amplia de los lugares donde se puede emplear.

Que se cumpla la Norma Técnica de Edificaciones E – 0.80 Construcción con tierra reforzada, donde nos indican consideraciones de diseño y técnicas que se deben de cumplir.

Se recomienda que para emplear arquitectónicamente el tapial en las viviendas colectivas deben integrarse los mismos materiales de la zona para generar menos gastos y reducción del tiempo en la construcción.

El aprovechamiento de los recursos de la zona es una factibilidad económica para la realización de este tipo de proyecto; ya que, como se vió en el proyecto el uso de la tierra y el eucalipto juegan un papel muy importante como sistema constructivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIBROS

Borges Farla, O., Celia Neves, P. (2011). *Técnicas de Construcción con Tierra*. Sao Paulo, Brasil. Universidad Estatal Paulista.

Gonzales Larraín, S. (2013). *Proyecto N° 187 FINCyT-FIDECOM – PIMEN-2013 Estudio de la Técnica Constructiva tradicional en Tapial*. Tarma, Junín.

Guillen Marzal, P. (2014). *Arquitectura de Tierra, limitaciones constructivas*. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia.

Mendoza García, A., Torrealva Dávila, D. (2011). *Estado del arte del uso del Tapial en la Construcción en el Perú*. Lima, Perú. Fondo Editorial.

Ministerio de Vivienda. (2017). *Norma E – 0.80: Diseño y construcción con Tierra*. Lima, Perú.

Pérez Mackenna, R. (2012). *Evaluación de Daños y Soluciones para Construcciones en Tierra Cruda*. Santiago de Chile, Chile. Ediciones Raíz Futura.

Vargas Castillo, J. (1983). *Memorias: Seminario Latinoamericano de Construcciones de Tierra en Áreas Sísmicas*. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

### PÁGINAS DE INTERNET

Arquitectos Office AQSO (2016). *Vivienda Colectiva “Casa Blanca”*. Casa Blanca – Marruecos.

<https://www.archdaily.pe/pe/02-158960/vivienda-colectiva-en-casablanca-aqso-arquitectos-office>

Arquitectura y Empresa (2018). *La arquitectura el presente y el futuro: ¿Por qué no una vivienda de Tapial en el S. XXI?. Toledo – España*.

<https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/por-que-no-una-vivienda-de-tapial-en-el-siglo-xxi>

Construcción y Vivienda. Casona Hacienda Santa María (2013). *El tapial tarmeño, entre la tradición e innovación. Tarma - Perú*

<http://www.construccionyvivienda.com/component/k2/casona-colonial-hacienda-santa-maria-el-tapial-tarmeno-entre-tradicion-e-innovacion>

Diario de una Casa: Búsqueda de la Autosuficiencia, (2010). *Muros exteriores – Tapial (Tierra Compactada)*. Brasil.

<http://diariodeunacasa.blogspot.pe/2011/09/agosto-2010-muros-exteriores-tapial.html>

EBA: Estructuras Bioclimáticas Avanzadas S.R.L., (2004). *Construir una casa con Tapial, Bogotá. Eba*

<http://ebasl.es/construir-una-casa-con-tapial/>

Ecoclay: Revestimientos Naturales, (2014). *Ecoclay, el mejor aliado de una técnica sostenible como el Tapial*. España.

[http://www.ecoclay.es/index.php?id=14&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=29&cHash=e0853965e40ee377bc2292f150f088c4](http://www.ecoclay.es/index.php?id=14&tx_ttnews[tt_news]=29&cHash=e0853965e40ee377bc2292f150f088c4)

Edra Arquitectura KmO, (2013). *Casa de Tapial*

<http://arquitectura.edraculturaynaturaynatura.com/portfolio-item/casa-de-tapial/>

Hombres de Maíz, (2014). *Construcción Natural con Tierra: Preguntas frecuentes*

<http://hombresdemaiz.com.mx/construccion-natural-con-tierra-preguntas-frecuentes/>

Infonavit, Pascal Arquitectos (2014). *Prototipo de Vivienda Rural*. Mexico

<https://architizer.com/projects/minimal-rural-social-house/>

Mercedes Patthey, Cynthia González (2014). *Barrio la Faena*. Santiago de Chile.

<https://www.archdaily.pe/pe/795464/estas-son-las-menciones-honrosas-del-concurso-internacional-de-vivienda-colectiva-habitat>

Mónica Copaja (2013). *Vivienda colectiva en Pisco*. Pisco – Perú

<http://www.monicacopaja.com/vivienda-colectiva-en-pisco#1>

Montserrat Bosch, J. (2016), *Proyecto Casa S-Low: Construcción Del Prototipo y Experiencia Docente*. España.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/20456/Bosch,%20Navarro,%20Allepuz,%20Poza.pdf>

San Bartolomé (2005). *Sistema Constructivo Tapial*. Jaén – Argentina.

<http://textos.pucp.edu.pe/pdf/742.pdf>

Sheihing Marcos, Horn Andrés. (2010). *Arquitectura y eficiencia energética en Vivienda social – Casapatio*. Santiago de Chile – Chile.

<https://www.archdaily.pe/pe/755487/primer-lugar-concurso-de-arquitectura-y-eficiencia-energetica-en-vivienda-social-minvu-casapatio>

Sotelo Fernández J. (2016). *Bloque de Viviendas Colectivas en el Ecobarrio*. Toledo – España.

<http://www.tash.es/proyecto/bloques-de-vivienda-colectiva-en-el-ecobarrio-toledo/>

## **VIDEOS**

Castilla J. (2014). *La técnica del tapial en la construcción tradicional de la provincia de Albacete*. España.

<https://www.youtube.com/watch?v=tVAsrsTbrnU>

Diario de una Casa (2010). *Muro de tierra*. Huaraz.

<https://www.youtube.com/watch?v=3svsH1rE>

Senderos Tv (2013). *El Tapial*.

<https://www.youtube.com/watch?v=fvN4Th-YKNc>

Videoteca Pretérita (2014). *La construcción con Tapial*. Chile.

<https://www.youtube.com/watch?v=oLoGqe8CfNk>

## ANEXOS

### Anexo N° 01 - Entrevista a expertos

<i>Experto</i>	<i>Nombre</i>	<i>Ocupación</i>
<i>Experto 01</i>	Gumercindo Flores Reyes	Ingeniero Civil
<i>Experto 02</i>	Carlos Bardales Orduñas	Arquitecto
<i>Experto 03</i>	Sofía Rodríguez Larraín	Arquitecto

#### ENTREVISTA A EXPERTO N° 01

#### ING. GUMERCINDO FLORES REYES

##### Datos personales

Dirección :  
Telefono/celular : 943 953 951  
DNI : 75358812  
Formación profesional : Ingeniero Civil  
Centro de estudio superior:  
Año de egresado :

---

**1. En base a su experiencia profesional, ¿Qué consideraciones de diseño considera prioritarias para el proyecto arquitectónico de Viviendas Colectivas, empelando el Tapial como sistema constructivo?**

La idea es proyectarse una mejora y que no solo se enfoque al plantear una alternativa de muro de tapial con una arquitectura moderna, lo que se tiene que plantear es que en ese tipo de espacios es una arquitectura paisajista, que la propuesta arquitectónica que se realice sea más o menos compatible con el paisaje, no puedo hacer una arquitectura caprichosa tipo Costa en la Sierra donde hay cerros, vegetación, cielo azul se verá como un lunar en todo ese contexto. La propuesta arquitectónica tiene que ir de la mano con el reglamento, no puedes hacer tremendos ventanales porque se tendrá problemas con los muros se agrietan o fisuran, todo esas limitaciones de arquitectura van a estar acondicionadas a la seguridad que te da la norma E-0.80.

**2. En cuanto al Tapial ¿Qué recomendaciones técnicas daría para aplicar este Sistema Constructivo?**

Usan el mismo material de la zona, escaban y preparan su material, comienzan con el encofrado compactan y apisonan por capas, cuando ya van llegando al termino del compactado colocan unas uñas como piedras que sirve de amarre para el siguiente encofrado de tapial, se trabaja por ileras o tramos dejando secar unos 2 a 3 días. Este sistema no solo se hace en la zona de Ancash sino también se han visto casos en Cajamarca y La Libertad. El ancho es un promedio de 0.35 cm 0.40 cm es una medida generosa, máximo se podría usan hasta 0.50 cm. Para el techo se puede usar hichu, entablado de madera de eucalipto.



**Figura 01:** Detalle de encofrado para compactar la tapia.

**Fuente:** Alan Mendoza García.



**Figura 02:** Construcción de ilera de tapial.

**Fuente:** Alan Mendoza García.

Por otro lado una de las características más importantes es el tipo de suelo y si es adecuado para trabajar con el tapial, hay algunos ensayos que lo puedes trabajar en la zona, está la prueba de la botella: ingresas la muestra le achas agua lo mueves y aparecerán capas de diferentes colores, lo que más pesa se va al fondo luego lo más denso es la arcilla, luego las partículas que menos pesa que son los limos y finalmente aparece un color oscuro que es la materia orgánica, es sencilla la prueba.



*Figura 03: Prueba de sedimentación.*

*Fuente: Elaboración propia.*

### **3. ¿Qué beneficios originará el Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas empleando el Tapial como sistema constructivo?**

El tapial es una construcción que tiene muchos beneficios como inercia térmica, por la densidad de muros es factible que el calor no se pierda tan fácilmente y así el espacio sea confortable, que no perjudique el frío a los niños a los ancianos.

## ENTREVISTA A EXPERTO N° 02

### ARQ. CARLOS BARDALES ORDUÑA

#### Datos personales

Dirección : Psje. Extremadura 116 – C3 Pizarro Trujillo  
Cercado

Telefono/celular : 949 717 553

DNI : 18090405

Formación profesional : Arquitecto

Centro de estudio superior: UPAO

Año de egresado : 2000

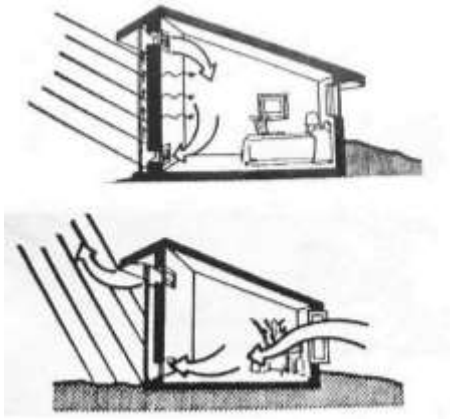
---

#### **4. En base a su experiencia profesional, ¿Qué consideraciones de diseño considera prioritarias para el proyecto arquitectónico de Viviendas Colectivas, empelando el Tapial como sistema constructivo?**

El tapial es una técnica constructiva propia del poblador de Chua, lo que discutíamos en el curso y vimos que esa técnica se trasladaba en generación en generación y se aprende en el entorno familiar, si estamos de acuerdo lo que les falta a esas familias es el soporte técnico y soporte profesional del arquitecto, entonces yo pienso que los arquitectos podemos aportar en el diseño. Lo que yo a veces veo de la autoconstrucción los diseños que se hacen sin asesoramiento del profesional arquitecto no hay consideraciones de diseño de confort ambiental y espacial a la vez no hay optimización en recorridos de flujos funcionales; pienso que las consideraciones de diseño en este caso manteniendo el sistema constructivo propio del lugar son los flujos funcionales; es decir mucho de estos proyectos el plano de distribución los traza en mismo usuario y hace su diseño yo pienso que ahí el arquitecto puede aportar los flujos funcionales; es decir, como voy de un lugar a otro, el arquitecto que diseña como consideraciones de diseño todo implica un componente nuevo y creativo, si el arquitecto que va a diseñar no le plantea a su usuario alternativas nuevas respetando sus usos tradicionales pienso que no aporta por ejemplo en la vivienda de Chua la cocina viene hacer el ambiente principal y el comedor desaparece, ahora hay un

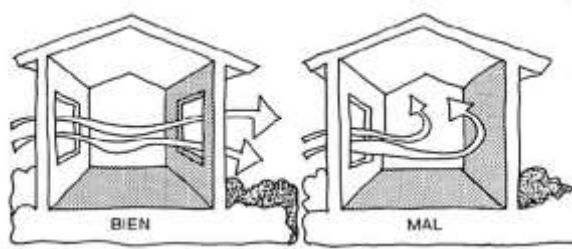


elemento que si aspiracional de las personas por ejemplo el crecimiento vertical y el recorrido vertical que habría que precisarlo mucho y de conocer los requerimientos del usuario si la técnica del tapial permite hasta 3 pisos entonces los 3 pisos es para la misma familia cuando los miembros de la familia deciden independizarse pero a la vez estar cerca, esos flujos horizontales y verticales se debe respetar los hábitos y la manera de vivir si se debe proponer otros espacios intermediarios o finales pero si aportarles nuevos espacios sin alterar y ahí tiene que ver el sistema constructivo que no te permite luces tan grandes yo imagino que los terrenos no son tan grandes entonces como tu cuando manejas espacios con determinada dimensión puedes articular recorridos es decir la función en horizontal y vertical veo que ahí es una consideración de diseño que se debe tomar en cuenta relacionando espacios pequeños, el tapial te va a ayudar a generar otras sensaciones al trasladarse de un ambiente a otro, por otro lado está el confort espacial y ambiental; pues Chua Bajo y Huaraz tiene características particulares por decir el terreno es rocoso accidentado el clima es lluvioso, si los usuarios son propios del lugar entonces ya está acostumbrada, no sé hasta qué punto las viviendas pueden permitir un flujo de nuevas personal porque por más que sean viviendas sociales son colectivas y debería servir para la expansión urbana de Huaraz, Chua se encuentra en la periferia muy próxima a Huaraz para ello debería plantearse como expansión urbana para que otras personas que viven en Huaraz puedan ir y van a exigir consideraciones de confort la ventilación cruzada, en cuanto al confort térmico el tapial es un material de tierra es el componente principal que te permite capturar el calor en la zonas de frío, las dimensiones de los espacios es muy importante, entre espacios abiertos y cerrados, por ejemplo un corte de vivienda donde se vean jerarquía en los espacios entre abiertos y cerrados, entonces las consideraciones de diseño que debo tener en cuenta son flujos funcionales, el confort espacial y ambiental.



**Figura 04:** Ambiente ventilado.

*Fuente:* Elaboración propia.



**Figura 05:** Ventilación y asolamiento indirecto.

*Fuente:* Elaboración propia.

##### **5. En cuanto al Tapial ¿Qué recomendaciones técnicas daría para aplicar este Sistema Constructivo?**

Lo primero que recomendaría es tener en cuenta la mano de obra si van hacer los propios pobladores que conocen el sistema constructivo y el profesional arquitecto como participa en el asesoramiento, yo pienso que es fundamental mantener la técnica del proceso constructivo ver los insumos y materiales adecuados pero cada sistema constructivo y los mas artesanales y ancestrales tiene una técnica que se debe respeta no cambiarlo, ahora pienso que se debe cambiar y usar sistemas constructivos mixtos en algunas partes de la vivienda, combinar el tapial con la madera usar eucalipto que hay en la zona, y ser respetuosos con la pendiente del terreno.

##### **6. ¿Qué beneficios originará el Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas empleando el Tapial como sistema constructivo?**

Lo principal de una vivienda colectiva es generar convivencia entre los pobladores, los espacios colectivos son fundamentales que permita organizar a las viviendas; si es importante lo que hay de la puerta para adentro pero también debe importar con el mismo ímpetu lo que hay de la puerta para afuera que son los espacios de convivencia, yo pienso que los espacios de convivencia debe

reflejar lo propio del lugar como se reúnen para que se reúnen y generar espacios de convivencia.



**Figura 06:** Distribución de las Viviendas, formando espacios públicos centrales.

**Fuente:** Mercedes Patthey.

## ENTREVISTA A EXPERTO N° 03

### ARQ. SOFÍA RODRIGUEZ LARRAIN

#### Datos personales

Dirección : Av. José Pardo 782, Miraflores

Telefono/celular : 922 342 548

DNI : 18710301

Formación profesional : Arquitecto

Centro de estudio superior: PUCP

Año de egresado : 2001

---

**1. En base a su experiencia profesional, ¿Qué consideraciones de diseño considera prioritarias para el proyecto arquitectónico de Viviendas Colectivas, empelando el Tapial como sistema constructivo?**

Hay que aplicar la norma técnica de edificación: E: 080- Construcción con Tierra reforzada. Allí hay consideraciones de diseño y técnicas- Además realizaría un diseño bioclimático, es decir utilizaría las propiedades del material para conseguir el óptimo confort dentro de las viviendas. Además si es un conjunto hay factores que mejoran el diseño según el clima, propiciando la ventilación, el asoleamiento o lo que sea requerido según la localización.

**2. En cuanto al Tapial ¿Qué recomendaciones técnicas daría para aplicar este Sistema Constructivo?**

Igual, hay que aplicar la norma sobre todo en un país sísmico como el Perú.

**3. ¿Qué beneficios originará el Proyecto Arquitectónico de Viviendas Colectivas empleando el Tapial como sistema constructivo?**

Dependiendo si se encuentra la tierra en el lugar o no, puede ser más económico. Con un diseño bioclimático implica ahorro de energía. Al ser un material natural y biodegradable, no va a contribuir al incremento de CO2. Además de las posibilidades formales y estéticas.

✓ **ENCUESTA A EXPERTOS**

1. El uso del Tapial ¿Qué beneficios proporciona en una vivienda? (Puede marcar más de una opción)

- Inercia Térmica
- Aislamiento Térmico
- Alta resistencia al impacto
- Otros

2. ¿Qué factores se deben considerar para el emplazamiento del proyecto arquitectónico de Viviendas Colectivas, empleando el Tapial como sistema constructivo?

- Tipo de Suelos
- Clima
- Vías
- Tipologías

3. ¿Qué ancho debería tener un módulo de tapia?

- 20 cm
- 30 cm
- 40 cm
- 50 cm
- 60 cm

Anexo 02 – Ficha de encuesta

**FICHAS DE ENCUESTAS**

La presente encuesta tiene como fin recolectar los datos del usuario que sirven para estudios académicos por lo que le solicitamos responda con absoluta libertad, lea las preguntas y marque según corresponda su respuesta con un (x), o llene los espacios punteados en donde la pregunta lo requiera. Marque una sola opción o varias según lo solicite.

1. Usted como habitante de Chua Bajo ¿Cree necesario que exista viviendas colectivas, empleando el Tapial como Sistema Constructivo?

SI                       NO                       NOSÉ

2. ¿Qué tipo de material se utiliza en general para la construcción de viviendas en Chua Bajo?

ADOBE                       TAPIAL                       OTROS

3. ¿El bienestar térmico en sus viviendas en la actualidad es?

MUY FRÍO                       FRÍO                       AGRADABLE

CALIENTE                       MUY CALIENTE

4. ¿Conoce si existen viviendas en buen estado hechas de Tapial?

SI                       NO                       NOSÉ

5. ¿Cuál es su ocupación?

AMA DE CASA                       ESTUDIANTE

AGRICULTOR                       AGRICULTOR Y GANADERO

6. ¿Qué cultivos siembran en Chua Bajo?

ALFALFA  MAIZ  CEBADA  EUCALIPTO

7. ¿Qué animales crían en Chua Bajo?

CUY  GALLINA  POLLO  VACA

8. ¿Qué ambientes debe tener una vivienda en Chua Bajo?

9. ¿Qué ambientes complementarios equiparía usted para una Vivienda en Chua Bajo?

HUERTA  CORRAL DE ANIMALES

HUERTA – CORRAL DE ANIMALES

10. ¿Qué beneficios se obtiene con el uso del Tapial? (Puede marcar más de una opción)

CONTRIBUYE CON EL CIUDADO DEL MEDIO AMBIENTE

ACUMULACIÓN DE CALOR

MAYOR COMODIDAD EN LOS AMBIENTES

11. ¿Existen espacios públicos en Chua Bajo?

SI  NO

12. Estarías de acuerdo con la construcción de Viviendas Colectivas en Chua Bajo – Huaraz, el cual aprovechando la tierra arcillosa del lugar para elaborar el Tapial y así evitando gastos y transporte de materiales, generando ambientes confortables y viviendas sustentables.

SI  NO

**Anexo N° 03** – Norma E. 080 Diseño y Construcción con tierra reforzada.

**Artículo 6.- Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada**

Las edificaciones de tierra reforzada, deben cumplir con los siguientes criterios de configuración:

6.1 Muros anchos para su mayor resistencia y estabilidad frente al volteo. El espesor mínimo del muro es de 0.40 m.

Solo para el tipo de muro indicado en el Esquema 3 de la Figura 4, puede utilizarse un espesor mínimo de 0.38 m según se muestra en el aparejo correspondiente.

6.2 Los muros deben tener arriostres horizontales (entrepisos y techos) así como arriostres verticales (contrafuerte o muros transversales) según la Figura 2.

6.3 La densidad de muros en la dirección de los ejes principales debe tener el valor mínimo indicado en la Tabla 2

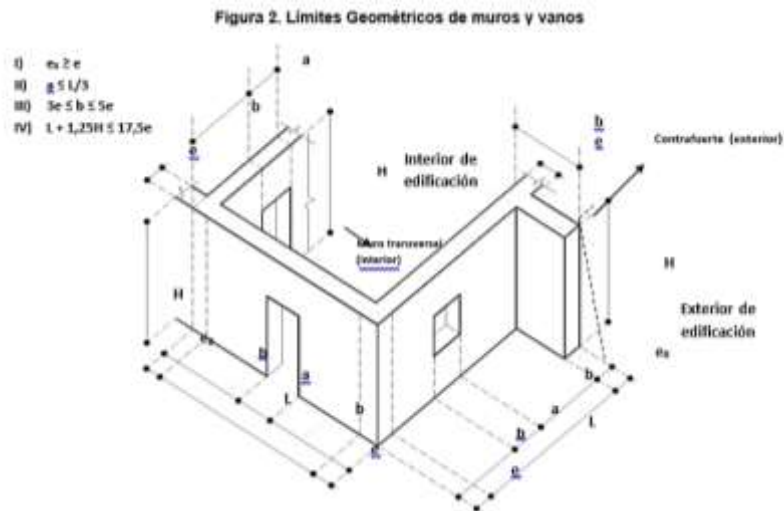
- Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación. De ser posible, todos los muros deben ser portantes y arriostrados.

6.4 Tener una planta simétrica respecto a los ejes principales.

6.5 El espesor (e), densidad y altura libre de muros (H), la distancia entre arriostres verticales (L), el ancho de los vanos (a), así como los materiales y la técnica constructiva para la construcción de una edificación de tierra reforzada, deben ser aplicados de manera continua y homogénea. La Figura 2 establece los límites geométricos a ser cumplidos.

6.6 Los vanos deben tener las proporciones y ubicación de acuerdo a lo indicado en la Figura 2. Así mismo, se recomienda que sean pequeños y centrados.





Nota 1: Cada arrioste vertical (contrafuerte o muro transversal) puede construirse hacia el interior o hacia el exterior de la edificación, según el criterio del proyectista.

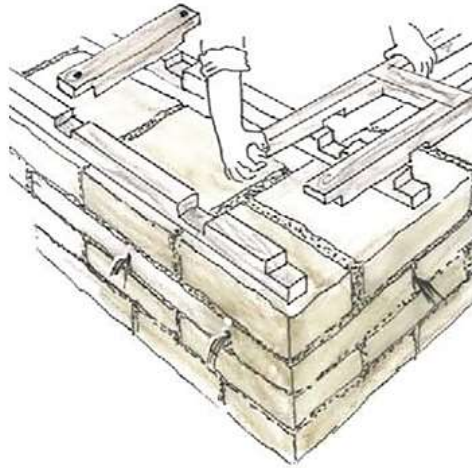
Nota 2: La expresión IV relaciona la esbeltez vertical ( $y_v = H/e$ ) con la esbeltez horizontal ( $h = L/e$ ), de modo que se debe cumplir la expresión:  $h + 1.25 v \leq 17.5$ .

Nota 3: Los muros en general deben tener una esbeltez vertical ( $V$ ) igual o menor a 6 veces el espesor del muro y una esbeltez horizontal ( $H$ ) igual o menor a 10 veces el espesor del muro.

La esbeltez vertical puede llegar a un máximo 8, si se cumple la Nota 2.

Nota 4: El contrafuerte puede ser recto o trapezoidal. En caso tenga forma trapezoidal, ver línea segmentada en contrafuerte (exterior) su base o parte inferior debe medir “b” y la parte superior (que sobresale del muro) debe medir como mínimo “b/3”.

Figura 3. Ejemplo esquemático de un tipo de Viga Collar



### **Artículo 7.- Sistema estructural para edificaciones de tierra reforzada**

El sistema estructural para las edificaciones de tierra debe comprender los componentes siguientes:

#### **7.1 Cimentación**

a) El cimiento debe cumplir dos condiciones:

i. Transmitir las cargas hasta un suelo firme de acuerdo a lo indicado por la Norma E.050 Suelos y

Cimentaciones.

ii. Evitar que la humedad ascienda hacia los muros de tierra.

b) Cumpliendo las condiciones anteriormente mencionadas, todo cimiento debe tener una profundidad mínima de 0.60 m. (medida a partir del terreno natural) y un ancho mínimo de 0.60 m.

c) Se puede utilizar los tipos de cimentación siguientes:

i. Piedra grande tipo pirca compactada, acomodada con piedras pequeñas. ii. Concreto Ciclópeo.

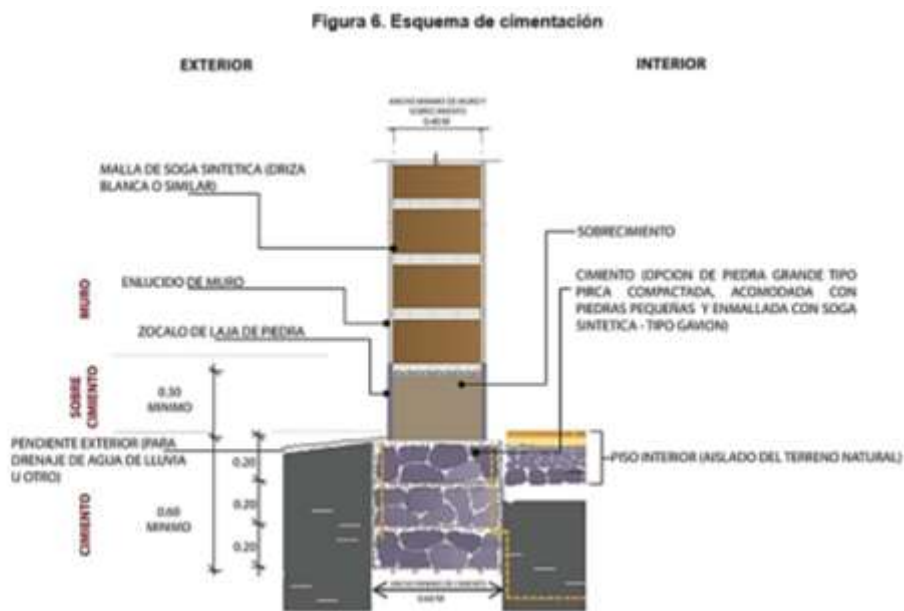
iii. Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa.

#### **7.2 Sobrecimiento**

a) El sobrecimiento debe cumplir dos condiciones:

i. Debe transmitir las cargas hasta el cimiento.

- ii. Debe proteger el muro ante la acción de la erosión y la ascensión capilar.
- b) Cumpliendo tales condiciones, todo sobrecimiento debe elevarse sobre el nivel del terreno no menos de 0.30 metros y tener un ancho mínimo de 0.40 metros.
- c) Se pueden utilizar los tipos de sobrecimiento siguientes:
  - i. Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa
  - ii. Concreto ciclópeo



### 7.3 Muros

Los muros son los elementos más importantes en la resistencia, estabilidad y comportamiento sísmico de la estructura de una edificación de tierra reforzada. El diseño de los muros debe realizarse usando criterios basados en la resistencia, estabilidad y desempeño, complementariamente.

Los tímpanos deben ser del material similar al usado en los techos (madera, caña, fibra vegetal, entre otros) para que sean ligeros, más estables y fácilmente conectables con los techos.

Es posible utilizar muros curvos o muros para plantas poligonales, lo cual podría significar formas de adobe especial; si se usan adobes cuadrados o

rectangulares, las juntas verticales no deben exceder de 30 mm en su parte más ancha. En la técnica del tapial se puede utilizar moldes circulares.

- a) Todos los muros curvos deben ser igualmente reforzados como el caso de los muros rectos y deben tener viga collar superior curva o poligonal.
- b) Los muros con radios mayores a 3.00 m. se deben considerar como muros rectos para la colocación y distanciamiento de arriostres verticales, así como limitaciones de esbelteces, según lo indicado en la presente Norma.
- c) Para radios comprendidos entre 1.25 m y 3.00 m, deben existir muros transversales o arriostres verticales cada  $12e$  del muro como máximo (es decir, doce veces el espesor del muro como máximo) y la esbeltez vertical ( $h/e$ ) no debe ser mayor a 10.
- d) Los muros con radios menores a 1.25 m, no requieren limitaciones de arriostres verticales.

#### 7.3.1 Criterios para el diseño de muros basado en la resistencia

- a) El diseño de muros basado en la resistencia, debe considerar el área resistente de muros frente a la fuerza sísmica horizontal en su plano, teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:
  - i. Las construcciones de tierra normalmente no tienen diafragmas horizontales rígidos a nivel de los techos y por tanto los desplazamientos de los muros paralelos son independientes.
  - ii. Calculadas las áreas tributarias asociadas a cada muro, en cada nivel si es el caso, es posible calcular fuerzas horizontales de diseño. Estas no deben sobrepasar los esfuerzos resistentes admisibles de corte en ellos (Ver Capítulo II, artículo 8: Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio).
  - iii. Para estos efectos, al área transversal del muro (largo por espesor), se puede añadir una fracción de los muros transversales o de arriostre, se

trate de encuentros en “T” o en “L”, en ambos extremos del muro.  
Esta área adicional no debe ser mayor al 20 % del área del muro.

- b) El diseño sísmico de muros en la dirección perpendicular a su plano.

### 7.3.2 Criterios para el diseño de muros basado en la estabilidad

El diseño de muros basado en la estabilidad, debe respetar los límites de grosor, esbeltez vertical y esbeltez horizontal, altura máxima, distancia entre arriostres verticales, aberturas, indicados en esta norma. Ver Figura 02

### 7.3.3 Criterios para el diseño de muros basado en el desempeño

En el diseño de muros basado en el desempeño, debe colocarse refuerzos en las conexiones, viga collar superior, dinteles flexibles, refuerzos ortogonales en muros (Ver Capítulo II, artículo 6, inciso 6.10).

## 7.4 Entrepisos y techos

- a) Los techos deben ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros. Además, deben estar adecuadamente fijados a los muros a través de la viga solera.
- b) Deben estar contruidos mediante entramados de madera, caña o fibras vegetales, o tijerales, o diseñados para resistir las cargas verticales y para transmitir las cargas horizontales (sísmicas) a todos los muros, a través de las vigas collares superiores.
- c) Los tijerales no deben crear empujes horizontales a los muros. Para evitarlo, debe utilizarse tensores horizontales inferiores.
- d) Se debe lograr que un techo plano actúe como un diafragma rígido añadiéndole elementos diagonales en el plano. Si el techo no es un diafragma rígido, no se le puede considerar apoyo superior de los muros, para el diseño de éstos.
- e) Los techos pueden ser inclinados (una o varias aguas).

- f) En el diseño de los techos se debe considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.
- g) En el caso de utilizar tijerales, el sistema estructural del techo debe garantizar la estabilidad lateral de los tijerales.

## 7.5 Arriostres

Para que un muro se considere arriostrado debe existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriostre. Para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos, los elementos de arriostre deben ser horizontales y verticales.

### a) Arriostres

#### horizontales

- i. Son elementos o conjunto de elementos que deben poseer una rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros.
- ii. Los elementos de arriostre horizontal más comunes son los pisos y entrepisos de madera con elementos diagonales, se deben diseñar como apoyos del muro arriostrado, considerándose al muro como una losa vertical sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a éste.
- iii. Se debe garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deben conformar un sistema continuo e integrado.

### b) Arriostres verticales

Los arriostres verticales son muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados, que deben tener una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación. Para que un muro o contrafuerte se considere como arriostre vertical debe cumplir con lo indicado en la Figura 2.

## 7.6 Refuerzos y conexiones

- a) La conexión entre el muro y la cimentación, debe realizarse uniando las mallas de refuerzo de los muros al sobrecimiento.
- b) La conexión entre el muro y el techo, debe realizarse amarrando los muros y vigas collares con las mallas de refuerzo de los muros y luego clavando o amarrando las vigas collares a las vigas principales o tijerales del techo.

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TAPIAL REFORZADO**

#### **Artículo 12.- Condiciones de la tierra a utilizar**

Se debe validar las características de la tierra a utilizar para construir con tapial, en el siguiente orden:

12.1 Suficiente presencia de arcilla, mediante las pruebas indicadas en el Anexo N° 4: Prueba “Cinta de barro“

2: Prueba “Presencia de Arcilla” o “Resistencia seca”.

12.2 Equilibrio de arcilla y arena gruesa, mediante la prueba indicada en el Anexo 4: Prueba de “Control de Fisuras” o “Dosificación con suelo-arena Gruesa”.

12.3 Máximo contenido de humedad, mediante la prueba indicada en el Anexo N° 3: Prueba “Contenido de humedad”

12.4 En los suelos arcillosos se debe usar paja de aproximadamente 50 mm de largo en proporción de 1 volumen de paja por 5 de tierra, lo que ayuda al control de fisuras y resistencia. Esta proporción debe ser verificada en el inicio de la obra para evitar el rebote del mazo durante la compactación.

12.5 Su resistencia debe cumplir lo indicado en el vda vr numeral 8.1 u 8.2 del artículo 8.

### **Artículo 13.- Unidades de tapial y encofrado**

Las unidades de tapial deben tener las siguientes dimensiones: ancho mínimo: 0.40 m., altura máxima: 0.60 m, longitud máxima: 1.50 m y el espesor mínimo de la madera de encofrado debe ser de 20 mm, con refuerzos exteriores horizontales y verticales, para evitar deformaciones excesivas.

### **Artículo 14.- Fabricación de la unidad de tapial**

Cada unidad de tapial se debe fabricar en capas de tierra de 0.15 m. de altura máxima, compactándolas hasta llegar a una altura de 0.10 m. aproximadamente (por cada capa), siguiendo el procedimiento siguiente:

- a) La compactación se realiza con un mazo de madera de alrededor de 10 kgf.
- b) Una vez finalizada la compactación de todas las capas que conforman la unidad de tapial, ésta se debe picar en la cara superior de la última capa (superficie endurecida) un máximo de 0.01 m (un centímetro) e inmediatamente se debe de humedecer la misma antes de empezar con el vertido de la primera capa de tierra de la siguiente unidad de tapial.
- c) Las juntas de avance de las unidades para conformar las hiladas deben realizarse inclinadas (pendiente cercana a 45° según lo indicado en el Anexo N° 5: Recomendaciones para las juntas de avance en la técnica del tapial reforzado).

### **Artículo 15.- Protección de las hiladas de tapial**

Para proteger las hiladas de tapial, se toman las consideraciones siguientes:

- 15.1 Es necesario un secado lento para evitar la fisuración.
- 15.2 Se recomienda retirar los encofrados de cada hilada luego de siete días de haber finalizado todo el apisonado (no menor a tres días).
- 15.3 Cubrir la hilada en trabajo y la hilada anterior con paños húmedos (yute o similares) al menos por siete días adicionales.
- 15.4 Las hiladas finalizadas, deben protegerse de la exposición directa a los rayos del sol y del viento (por ejemplo, mediante castillos temporales de esteras



o mantas), para un secado lento, manteniendo la humedad y evitando el agrietamiento.

15.5 No se debe construir en época de lluvia.

#### **Artículo 16.- Reforzamiento**

Las edificaciones de Tapial reforzado deben cumplir con lo indicado en el artículo 6 de la presente Norma.

## **CAPÍTULO**

### **V**

#### **OBRAS PATRIMONIALES DE TIERRA**

#### **Artículo 21.- Consideraciones para la intervención técnica en una obra patrimonial de tierra.**

Los trabajos de restauración, recuperación, rehabilitación, protección, reforzamiento y/o mejoramiento de bienes inmuebles integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación construidos con tierra, deben incluirse en un Plan de Intervención, el cual desarrolla soluciones técnicas, que cumplan con las siguientes consideraciones:

21.1 Garanticen la vida de los ocupantes y protejan los bienes culturales existentes en su interior.

21.2 Aumenten la durabilidad de la construcción tradicional aplicando tecnología moderna y diseños basados en el desempeño (refuerzos).

21.3 Mantengan las técnicas y los materiales tradicionales de mayor valor, hasta donde sean adecuados, destacando su valor científico e histórico.

21.4 Conserve la autenticidad cultural original limitando la intervención al mínimo necesario.

21.5 Utilicen refuerzos compatibles y reversibles para preservar los materiales originales según las condiciones climáticas y que no perjudiquen el material

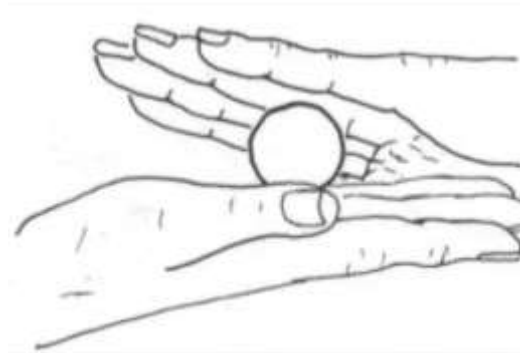
original durante la ocurrencia de sismos (golpeándolos, agrietándolos o deformándolos, por diferencia de dureza o rigidez).

21.6 Permitan trabajos de mantenimiento y conservación futura.

21.7 Conserve la documentación técnica sobre las intervenciones, a cargo de las entidades competentes para facilitar el acceso al archivo sobre los trabajos de intervención realizadas.

**Anexo N° 04** – Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”.

- ✓ Formar cuatro *bolitas* con tierra de la zona. Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para emplearla como material de construcción y agregarle una mínima cantidad de agua para hacer cuatro bolitas (ver imagen adjunta). La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos cada una de las bolitas, sin que éstas se deformen significativamente a simple vista, al secarse.



- ✓ Dejar secar las cuatro *bolitas*.
- ✓ Las cuatro bolitas deben dejarse secar por 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias, derrames de agua, etc.
- ✓ Presionar las cuatro bolitas secas.

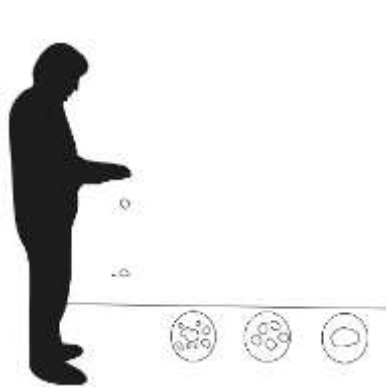
- ✓ Una vez transcurrido el tiempo de secado se debe presionar fuertemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el de índice de una mano (ver imagen adjunta). En caso que luego de la prueba, se quiebre, rompa o agriete al menos una sola bolita se debe volver a formar cuatro bolitas con los mismos materiales dejando secar en las mismas condiciones anteriores.



- ✓ Luego del tiempo de secado, se debe repetir la prueba.
- ✓ Si se vuelve a romper, quebrar o agrietar, se debe desechar la cantera de suelo donde se ha obtenido la tierra. Salvo que se mezcle con arcilla o suelo muy arcilloso.
- ✓ En caso, que luego de la prueba no se rompa, no se quiebre o no se agriete ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción.

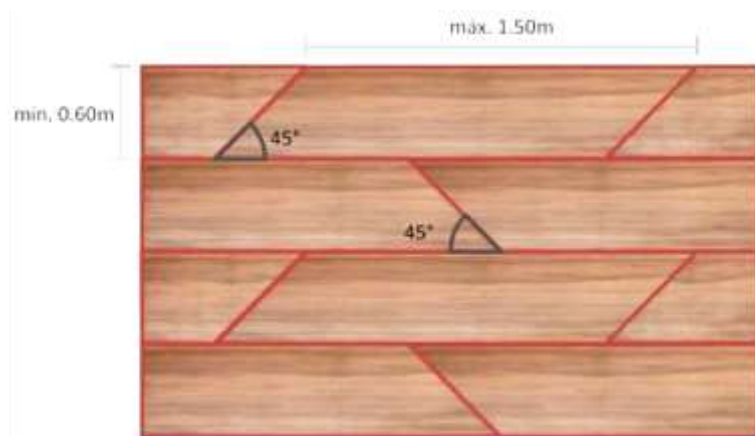
#### **Anexo N° 05 – Prueba “Contenido de humedad” para la construcción con tapial.**

- ✓ Formar una bola con tierra de la zona del tamaño de un puño y comprimirla fuertemente. Soltarla a un suelo firme y plano desde una altura de 1.10 m.
- ✓ Si la bola se desintegra en el piso, el suelo es demasiado seco.
- ✓ Si la bola de tierra se rompe en 5 pedazos o más, el contenido de humedad es correcto.
- ✓ Si la bola se aplasta sin desintegrarse, el contenido de humedad es demasiado alto.



**Anexo N° 06** – Prueba “Contenido de humedad” para la construcción con tapial.

Imagen que muestra las juntas de avance, inclinadas a 45° aproximadamente. Esta solución evita el uso de la tapa terminal y adelgaza la junta de llenado por acción de la gravedad.



**Anexo N° 05** – Listado de láminas de propuesta de proyecto.

- Plano de ubicación y localización	U-01
- Plano General del primer piso	A-01
- Cortes y elevaciones generales	A-02
- Plano del modelo típico – cortes y elevaciones	A-03
- Plano de detalles	A-04
- Plano de estructuras – cimentación	E-01
- Plano de estructuras – Pisos	E-02
- Plano de estructuras – emplantillado de tapial	E-03
- Plano de estructuras – viga collar	E-04
- Plano de estructuras – aligerado	E-05

- Plano de Instalaciones sanitarias generales	IS-01
- Plano de Instalaciones sanitarias - primer piso	IS-02
- Plano de Instalaciones eléctricas generales	IE-01
- Plano de Instalaciones eléctricas - primer piso	IE-02
- Plano de sistema de riego	SR-01
- Panel arquitectónico	P-01
- Maqueta constructiva.	MA-01

**Anexo N° 06 – Memoria Descriptiva Arquitectura.**

**MEMORIA DESCRIPTIVA ARQUITECTURA**

**1. DATOS INFORMATIVOS:**

**Proyecto** : PROYECTO ARQUITECTONICO DE VIVIENDAS COLECTIVAS, EMPLEANDO EL TAPIAL COMO SISTEMA CONSTRUCTIVO EN CHUA BAJO, HUARAZ 2018.

**Propietarios** : Municipalidad provincial de Huaraz

**Ubicación** : Sector Chua Bajo Av. Cordillera Negra

**Provincia** : Huaraz

**Departamento** : Ancash

**Emplazamiento** : Rural

**Fecha** : Huaraz, mayo del 2018

**2. ANTECEDENTES:**

El presente informe comprende el expediente de la memoria constructiva y algunas especificaciones técnicas; de cada una de las obras de construcción a ejecutarse en el “Proyecto arquitectónico de viviendas colectivas empleando el tapial como sistema constructivo en Chua Bajo, Huaraz 2018”. Propiedad de la municipalidad provincial de Huaraz.

**3. OBJETIVOS Y ALCANCES:**

El objetivo principal es proponer la construcción de la edificación del inmueble a dicho propietario con la única finalidad de proveerle de una vivienda hecha de tapial.

La propuesta del proyecto se tendrá en cuenta todas las especificaciones técnicas contempladas en dicho expediente.

**4. USO ACTUAL DEL PREDIO:**

La zona donde se encuentra ubicado el terreno es residencial media R3 lo cual se encuentra desocupado.

## 5. CRITERIO DE LA PROPUESTA:

El presente proyecto ha tomado en cuenta los criterios de diseño arquitectónico contemplados por la norma E 080.

Dándole la calidad arquitectónica, funcional, condiciones de seguridad y la eficiencia del proceso constructivo a emplearse.

Las viviendas colectivas responden a los requisitos de funcionalidad de las actividades que realizan los usuarios dentro de ella, respetando las dimensiones mínimas de ambientes, relaciones, etc.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA:

La propuesta del proyecto arquitectónico de viviendas colectivas empleando el tapial como sistema constructivo en Chua Bajo, Huaraz 2018, tiene como propuesta ubicar 07 viviendas en diferentes plataformas para mejorar las vistas y la inclinación del sol, las viviendas se comunican a través de una rampa conectando a las vez con un espacio colectivo en la parte central. El proyecto cuenta con un ingreso en la Av. Cordillera Negra.

La volumetría de la vivienda presenta una organización radial compuesta por cubos regulares; uno central donde se ubica la sala, comedor y cocina, a los extremos dos cubos donde se encuentran los dormitorios, la distribución de lo mencionado se encuentra desarrollado en los planos de arquitectura correspondiente al plano general A – 01.

### DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA:

#### **Modelo Típico de Vivienda:**

- ✓ Sala – comedor
- ✓ Cocina
- ✓ Lavandería
- ✓ Baño
- ✓ Habitación principal + baño
- ✓ Habitación doble

- ✓ Hall o ingreso

**Área complementaria:**

- ✓ Áreas de cultivos
- ✓ Corrales

**Área Recreativa:**

- ✓ Áreas verdes
- ✓ Espacio Colectivo

7. AREAS CONSTRUIDAS:

Área techada total: 1 575.00 m<sup>2</sup>

Área de terreno : 7 784.17 m<sup>2</sup>

Área libre : 6 209.17 m<sup>2</sup>

8. MATERIALES A UTILIZAR:

De acuerdo a la norma E080 Diseño y construcción con tierra reforzada 2017

**CIMENTO Y SOBRECIMIENTO:**

- ✓ 01 volumen de cemento, concreto 210% + 30% piedra, ½ volumen de agua, 50 % de piedra grande.
- ✓ 01 volumen de cemento, concreto 210 % + 30 % piedra, ½ volumen de agua, 25 % de piedra mediana.

**MUROS:**

- ✓ Tapial (dimensiones 0.40 cm de ancho, 0.60 cm de altura, 1.50 m de largo)

**TECHOS:**

- ✓ Torta de barro, listones de madera, plástico, tejas de arcilla.

**PISOS:**

- ✓ Tablones de madera.



#### PUERTAS Y VENTANAS:

- ✓ Madera de Eucalipto.

#### BAÑOS:

- ✓ Baños completos nacionales con mayólicas y cerámicas nacionales de color.

#### INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS

- ✓ Sistema de bombeo de agua y desagüe.

#### 9. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ARQUITECTURA:

- ✓ MUROS Y TABIQUERIA DE ALBAÑILERIA: Se utilizará el tapial para el cerramiento de los ambientes.
- ✓ TARRAJEO DE MUROS: En el tarrajeo se usará arena con arcilla en relación de C.A. – 1:5 cm, para ser utilizado en los muros y dar un buen acabado arquitectónico.
- ✓ PISOS: Los pisos de los ambientes de sala – comedor, cocina y dormitorios será de entablado de madera y los baños será de tipo cerámico 30x30 cm, el ingreso y la lavandería será de piso semi pulido de concreto  $f'c=140\text{kg/cm}^2$ .
- ✓ ZOCALOS: Los zócalos esta unidos con los tablones de madera del piso con una altura de 0.20 cm.
- ✓ PUERTAS Y VENTANAS: Madera de eucalipto, ajustándose a las medidas, cortes y otros detalles protegidos contra golpes y manchas.
- ✓ CERRADURAS: En general las cerraduras serán tipo semi pesado, de embutir, de acero inoxidable especia para cada ambiente con tirador incorporado. En todos los casos se colocarán a 1.00 mm del N.P.T medida al eje de la cerradura.
- ✓ BIZAGRAS: Las bizagras serán del tipo pesado, capuchino de acero aluminados de primera calidad, colocadas por cada hoja de puerta 04 unidades de 4" x 4".

- ✓ CERROJOS: Las puertas, llevarán cerrojos de primera calidad, siendo de una longitud de 0.50 m para la parte de ingreso en cada una de las hojas y de 0.40 m para la parte inferior.
- ✓ PINTADO DE MADERA: Todas las puertas de madera, tendrán como base una laca selladora y como acabado dos manos de barniz marino transparente.
- ✓ VIDRIOS: Se utilizará vidrios dobles incoloros, que tienen superficies limpias, sin defectos físicos y ópticos que deformen la visión o la imagen. Para el aseguramiento se usara silicona.

**Anexo N° 07** – Memoria Descriptiva de Estructuras.

## MEMORIA DESCRIPTIVA DE ESTRUCTURAS

**Proyecto** : PROYECTO ARQUITECTONICO DE VIVIENDAS COLECTIVAS, EMPLEANDO EL TAPIAL COMO SISTEMA CONSTRUCTIVO EN CHUA BAJO, HUARAZ 2018.

**Propietarios** : Municipalidad provincial de Huaraz

### 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el diseño de un modelo típico de vivienda (el cual se repetirá en 7 viviendas) hechas de Tapial destinado al proyecto arquitectónico de viviendas colectivas empleando el tapial como sistema constructivo en Chua Bajo – Huaraz, el área de terreno es de 7,784.17 m<sup>2</sup>.

### 2. LA TECNICA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

#### ✓ HERRAMIENTAS EMPLEADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL TAPIAL

- a) **El molde:** Se usa como molde tablas de 1.5” a 2” de espesor que van a lo largo de la tapia y dos tablas del mismo espesor que van en los extremos. El largo de las tapias varía entre 1.2 a 2.0 m, su altura entre 0.4 y 0.6 m, y su espesor varía entre 0.4 a 0.5 m. Para el molde se requiere de troncos que

sirven de apoyo y de presas al mismo, lo que origina grandes huelgos en la base, que son rellenados con piedras que queden sueltas, disminuyendo el área de corte. De acuerdo a lo visto en el Perú, los moldes pueden ordenarse en forma decreciente en función a su calidad.

b) **El pisón:** Para la compactación de la tierra, se usa un mazo de madera de unos 10 kg. De peso.

c) Otras herramientas:

La azuela, se usa para hacer rebajos en la tapia construida.

El Badilejo, para raspar la tierra pegada al molde.

La Plomada y el Cordel, para controlar la verticalidad y alineamiento del molde y muro.

Nivel de Burbujas, para nivelar el molde y dinteles.

SERRUCHO, Martillo, Hacha y Machete, para habilitar la madera.

#### ✓ PROCEDIMIENTO TRADICIONAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS TAPIAS

a) Selección del suelo: El suelo elegido para la construcción, se obtiene de algún lugar cercano a la obra, generalmente es arcilla arenosa, con piedras no mayores a 3".

Para reconocer si un suelo es apropiado para la construcción, se emplea un método de campo de campo que consiste en toma un puñado de tierra humedecida, y apretarla fuertemente para ver si ésta queda compacta, en cuyo caso será adecuada.

b) Preparación del Suelo: El suelo se prepara mezclándolo con agua y paja. La cantidad de agua depende de la experiencia del tablero; aunque algunos constructores verifiquen si la humedad es a no adecuada con un método de campo consistente en formar una bola y dejarla caer desde un metro de altura; si ésta no se rompe es porque tiene mucha agua, si se desmenuza significa que le falta agua y si se rompe en trozos grandes la humedad es adecuada.

- c) Compactación: Empleando al pisón se compactan la tierra en subcapas de 10 a 15 cm. De espesor, hasta obtener una superficie dura en la cual el mazo no penetre más. Por lo general cada tapia consta de 4 subcapas. La última capa se palmotea con un mazo especial de madera, lográndose formar una superficie plana. Para la construcción de una nueva hilada de tapia, se espera unos 8 días hasta que seque la primera hilada y 3 a 4 días si se trata de una hilada superior.

✓ DETALLES EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE TAPIAL

Las viviendas de Tapial son de uno a dos pisos. La altura de piso a techo es por lo general 2.40 m. Las dimensiones de los vanos de puertas son en promedio 1.40 m de ancho y 2.0 m de alto. Los ambientes son como máximo de 4.00 x 5.00. Todos los materiales usados en la construcción son propios de la región y están al alcance económico del poblador.

a) Cimentación:

Para la cimentación se emplean piedras grandes sentadas con barro (Pirca) de profundidad variable. El uso de sobrecimiento no es general y cuando éste se construye suele ser también de Pirca.

b) Eucalipto en los muros:

Se suele usar refuerzos internos del muro. El uso del eucalipto al centro de la tapia sirve como refuerzo estructural para atenuar la fisuración por contracción de secado, se puede deducir que una mejor distribución del eucalipto como refuerzo sísmico sería aceptada por el poblador.

c) Vanos y dinteles:

Para la construcción de puertas y ventanas se deja libre el vano, haciendo luego un rebajo con la azuela en las tapias adyacentes en donde se colocan troncos de eucalipto de 3", que sirven de dintel. Suele también construirse colocando tapias poco compactadas en el vano o dejando adobes, que son removidos al término de la construcción.

d) Techos:

Los techos generalmente son a una a dos aguas, compactándose la tierra en los tímpanos de modo que tomen la forma inclinada del techo, o también se asientan adobes en la zona inclinada.

La madera utilizada en el techo es eucalipto, el que se habilita al pie de la construcción. Todos los encuentros se unen con clavos y se amarran con soguilla.

Para la estructura del techo se emplea una viga cumbrera 5", apoyada en los tímpanos; sobre ella se apoyan viguetas separadas 0.75 cm. Los aleros son troncos empotrados en el muro y sobresalen 1.00 m. Sobre este armazón (usualmente sin brida inferior) y en el sentido de la cumbrera, se clavan listones de madera o caña. Como cobertura se usa ichu, teja artesanal de arcilla.

e) Acabado de muros:

La mayoría de las viviendas no presentan acabado, pero las que lo tienen emplean una mezcla de barro y paja con una capa de yeso. Algunas tienen tarrajeo de cemento, aplicado sobre una malla de alambre clavada al tapial.

✓ **ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS GENERALES**

a) Detalles Generales:

La cimentación empleada fue pirca, con 30 cm de profundidad.

El suelo utilizado, fue el proveniente del mismo terreno, arcilloso); tamizado por una malla de madera de 2" agregándole mortero de barro con paja (ichu) 15% en peso.

Se hecho agua a la mezcla, suficiente para lograr una humedad de 8%, un día antes de construir. Adicionalmente, al día siguiente se hizo la prueba de campo (humedad óptima) descrita en 1.2.b. La compactación se realizó empleando una comba metálica de 18lbs. Cada tapia constó de 4 subcapas de 10 cm de altura.

b) El molde:

El molde empleado para la construcción de las tapias, es de madera 1" de espesor, ribeteada en sus bodes superiores por ángulos metálicos de protección. Este molde puede ser empleado tanto para ala construcción de tapias longitudinales, como para tapias en forma de L (conexión continua), ya que sus caras son desmontables y conectadas con pernos.

El molde cuenta con tapas transversales, las que pueden colocarse en diversas posiciones para fabricar tapias de varias longitudes. Las tapas presentan una abertura en su borde inferior, que permite el paso del refuerzo horizontal continuo.

Con la finalidad de que los apoyos del molde (varillas lisas), no resbalen durante el proceso de compactación, se hicieron ranuras en la tapia inferior y sobre estas se colocaron los apoyos, previa limpieza de desperdicios en la junta horizontal.

#### ✓ FUNCIONES DEL EUCALIPTO

El refuerzo continuo del eucalipto empelado en los muros de tapial tiene por objeto absorber los esfuerzos de tracción por flexión y darle una integridad global al sistema.

El esfuerzo horizontal sirve para proporcionar arriostre al vertical y tratar de compatibilizar sus deflexiones.

La solera tiene como finalidad controlar deflexiones en la zona central del muro que trabaja en flexión y ayuda a transmitir las fuerzas de inercia hacia los muros de corte.

## **Anexo N° 08 – Memoria Descriptiva de Instalaciones Sanitarias.**

### **MEMORIA DESCRIPTIVA DE INSTALACIONES SANITARIAS**

**PROYECTO DEFINITIVO:** Proyecto arquitectónico de viviendas colectivas, empleando el tapial como sistema constructivo en Chua Bajo – Huaraz – 2018.

#### **INSTALACIONES SANITARIAS**

##### **1.- GENERALIDADES.**

El presente estudio corresponde al proyecto definitivo para el proyecto denominado Proyecto arquitectónico de viviendas colectivas, empleando el tapial como sistema constructivo en Chua Bajo- Huaraz - 2018. Ubicado en el sector de Chua Bajo, en el distrito de independencia, provincia de Huaraz y departamento de Ancash.

El proyecto de Instalaciones Sanitarias comprende el diseño de:

- Sistema de Agua Fría
- Sistema de Riego de Jardines y áreas de cultivos.
- Sistema de desagües
- Sistema de Desagüe y Ventilación.

Para el diseño de las instalaciones sanitarias se tendrá en cuenta lo siguiente:

##### **FACTIBILIDAD DEL SEERVICIO.**

El diseño arquitectónico de viviendas colectivas, empelando el tapial como sistema constructivo en Chua Bajo – Huaraz – 2018. Se edificará en una zona rural en la cual existe redes públicas de agua y desagüe, sistemas que permitirán la alimentación de agua y evacuación de los desagües del proyecto.

La estimación del consumo de agua, cuyos cálculos se puede ver más adelante son:

$Q$  promedio = 50lts. /P/D total de personas = 170

La contribución a los colectores será:

Desagües = 0.85m<sup>3</sup>/d/m<sup>2</sup>.

Para obtener una alimentación que llena la cisterna de 63 m<sup>3</sup>/día con una velocidad de 2 m/seg., es necesario una línea de alimentación de ¾ y a su vez un medidor de ¾.

El diámetro de la red pública de agua que debe considerar es de ¾ como mínimo.

#### VOLUMEN DE AGUA

Mediante el estudio del volumen de agua realizado, se requiere almacenar un volumen de 22.7 m<sup>3</sup> diario para el consumo doméstico, para el presente caso un almacenamiento para 30 días 680 m<sup>3</sup>. De acuerdo al RNE, un volumen mínimo de 15 m<sup>3</sup> para el sistema contra incendios.

Se considera almacenar:

Volumen de consumo por día igual 22.7 m<sup>3</sup>/día.

Volumen de agua contra incendio es igual a 15.00m<sup>3</sup>/día.

En total el consumo diario es 37.7 m<sup>3</sup>/día

En otro caso de locales públicos o educativos se propone para reserva.

#### SISTEMA DE AGUA

La red general de agua fría será de cobre tipo "L", instalada y apoyada en los techos, la red y puntos de agua fría empotrada en los muros y pisos serán de plástico tipo "L" con características indicadas en las especificaciones técnicas.

El sistema de agua fría será presurizado por medio de un equipo doble de bombeo más una reserva, de caudal variable y presión constante. El sistema contará con un tanque pulmón, y 5 tanques elevados de 2 m<sup>3</sup> cada uno.

El equipo de Presurización estará compuesto por 1 electrobombas de Q=225 gal/min y una presión de 150 pies, cada una.



## SISTEMA DE RIEGO DE JARDINES Y AREAS DE CULTIVOS

Para alimentar el sistema de riego de jardines y áreas de cultivo, se proyecta a partir de la red de recojo de aguas pluviales, un circuito con tubería PVC C-10, del tipo roscado con accesorios del mismo material para alimentar a los aspersores de riego de jardines y áreas de cultivo.

Los aspersores de riego de jardines de acuerdo a lo mostrado en el plano ISR-01.

### **Reglamento**

El desarrollo de los diseños hidráulicos de emergencia contra incendio, seguirá con los siguientes reglamentos y normas

#### **Reglamento de edificaciones.**

Normas Técnicas de la N.F.P.A.

Recomendaciones Técnicas de INDECI y del cuerpo general de bomberos.

#### **Sistemas a instalarse**

Se instalará una red independiente para cada vivienda con un total de 07. Una red independiente para rociadores que se instalaran en cada vivienda.

#### **Tomas exteriores de emergencia mediante siamesas**

Equipos de bombeo mediante motobomba Diésel y una electrobomba Jockey como sistema de presurización.

## ALMACENAMIENTO

En el proyecto la reserva de agua contra incendio se almacenará en una cisterna independiente con una capacidad de 15 m<sup>3</sup> para atender un amago de incendio durante una hora.

## SISTEMA DE DESAGUES

Los desagües provenientes de los diferentes servicios de los aportes sanitarios con que contara las futuras viviendas serán drenados en la parte interna de los servicios por gravedad con tuberías de PVC-SAP, y recolectadas en los tramos horizontales exteriores por un sistema de cajas de registro, interconectados con

tuberías de PVC-SAP de diferentes diámetros, las que posteriormente sean conducidos hasta la última caja y de ahí sean descargadas a la red pública. De acuerdo a lo planteado en la factibilidad para las viviendas colectivas de Chua Bajo – Huaraz.

Se ha diseñado el sistema para que el llenado de la cisterna se realice en un periodo de 3 horas, con lo que el caudal de ingreso será de 14.19 lps.

#### SISTEMA DE DRENAJE DE LLUVIAS

La evacuación de las aguas pluviales que se formen en los techos se descargará hacia cajas de paso las cuales a la vez se descargara hacia dos lagunas artificiales de acumulación de agua, la cual servirá para regar los jardines y áreas de cultivo.

#### APARATOS SANITARIOS

Los aparatos sanitarios serán del tipo flush para inodoros y urinarios. Para el resto de los aparatos se considerará los de nuevas tecnologías de American Estándar.

**Anexo N° 09** – Memoria Descriptiva de Instalaciones Eléctricas.

#### MEMORIA DESCRIPTIVA DE INSTALACIONES ELECTRICAS

PARA EL PROYETO: Diseño arquitectónico de albergue para damnificados aplicando talleres ocupacionales en Chua Baja – Huaraz – 2017.

##### 1.- GENERALIDADES

La presente Memoria Descriptiva se refiere al proyecto de Instalaciones Eléctricas y de comunicaciones, del proyecto de inversión “Diseño arquitectónico de albergue para damnificados con talleres ocupacionales en Chua Baja – Huaraz 2017” ubicada en provincia de Huaraz departamento de Ancash.

##### DESCRIPCION DE PROYECTO.

Para el desarrollo del proyecto se ha tiene como base los planos de arquitectura del equipamiento, estos documentos del proyecto muestran la forma de ejecutar, probar y dejar lista para funcionar las instalaciones eléctricas y de

comunicaciones de la nueva edificación, la supervisión de las obras eléctricas estará a cargo de un Ingeniero electricista o Mecánico electricista, colegiado, que será el representante técnico del propietario.

#### PARAMETROS CONSIDERADOS

- Caída máxima de tensión                      2% de la tensión normal

Permisible en el externo

Terminal más favorable

De la red.

- Factor de potencia                              0.8

- Factor de simultaneidad                      variable

- Iluminación                                      400 lux por aula

#### CODIGO DE REGLAMENTOS

Todos los trabajos se efectuarán de acuerdo con los requisitos de las secciones aplicables a los siguientes Códigos o Reglamentos:

- Código nacional de electricidad.
- Reglamento Nacional de Construcciones.
- Normas de DGE-MEM.
- Norma IEC y otras aplicables al proyecto.

#### TOMACORRIENTES

Todas las tomas corrientes serán dobles con puesta a tierra. Su ubicación y uso se encuentra indicada en los planos, sus características serán de acuerdo a las especificaciones técnicas.

#### SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Lo referente al sistema de puesta a tierra, van siendo cada vez más complejas. Los Equipos requieren un valor de resistencia de puesta a tierra no mayor de 5 Ohms; sin embargo, para los equipos de fuerza la especificación es de 15 Ohms. En este proyecto se ha optado por tener un solo sistemas de puesta a tierra para lo cual se concentran los dos sistemas a los pozos de tierra proyectado es de tipo puesta a tierra múltiple.