

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Arquitectura

Tesis

**Uso de arcos de albañilería convencional y su aplicación
en la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel
de soporte para edificaciones en la ciudad de
Huancayo al 2019**

Michel Bernaola Poma

Para optar el Título Profesional de
Arquitecto

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al universo por darme la posibilidad de existir en una familia maravillosa, la cual ha inculcado en mí el deseo de superación, humildad y sacrificio, dándome así la sabiduría de valorar todo a aquello por lo que uno se esfuerza. A todos ellos dedico esta investigación por que han sabido implantar en mí, el deseo de triunfo en la vida, lo cual fue pieza fundamental en la concepción de esta aspiración de ser arquitecto.

DEDICATORIA

Esta tesis es dedicada a mi familia por haber sido el sostén y resguardo a lo largo de toda mi carrera universitaria como también a lo largo de mi vida. A todas las personas trascendentes que me acompañaron a lo largo de estos años, aportando a mi formación profesional, espiritual y humana.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	III
ÍNDICE	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1 Planteamiento y Formulación del Problema	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.1.2 Formulación del problema.....	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Justificación e Importancia	3
1.4 Hipótesis y Descripción de Variables	4
1.4.1 Hipótesis general.....	4
1.4.2 Hipótesis específicas.....	4
1.4.3 Descripción de variables	5
1.4.4 Operacionalización de variables	5
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	7
2.1 Antecedentes del Problema	7
2.1.1 Antecedentes internacionales	7
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	18
2.2 Bases Teóricas	20
2.2.1 El arco como elemento estructural.....	20
2.2.2 Albañilería	22
2.2.3 La fábrica	30

2.2.4	Tipología de arcos	33
2.2.5	Peso por m ²	38
2.2.6	Prefabricación	42
2.2.7	Construcción de vanos arquitectónicos	44
2.2.8	Resistencia	47
2.2.9	Proceso constructivo	49
2.2.10	Costo de construcción	53
2.2.11	Modulación constructiva	54
2.2.12	Resistencia a movimientos sísmicos	55
2.3	Definición de términos básicos	56
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		62
3.1	Método y Alcance de la Investigación	62
3.1.1	Tipo de Investigación.....	62
3.1.2	Nivel de investigación exploratorio.....	62
3.2	Diseño de la Investigación cuasi experimental	62
3.3	Población y Muestra	63
3.3.1	Población	63
3.3.2	Muestra	63
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	63
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		64
4.1	Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información	64
4.1.1	Análisis y justificación de la ubicación del terreno de pruebas	64
4.1.2	Etapas de desarrollo de la fabricación de los prototipos de arcos.....	65
4.1.3	Resultados de ficha de observación de los prototipos Puzo-Chilca	72
4.1.4	Resumen de los resultados obtenidos	85
4.2	Discusión de Resultados	86
4.2.1	Hipótesis general.....	86
4.2.2	Hipótesis específica h1	87
4.2.3	Hipótesis específica h2	90
4.2.4	Hipótesis específica h3	96
4.2.5	Hipótesis específica h4	97
4.2.6	Hipótesis específica h5	101
5.1	Memoria Descriptiva	103

5.1.1	Conceptualización del proyecto arquitectónico	103
5.1.2	Alcances y objetivos del proyecto arquitectónico	108
5.1.3	Ubicación geográfica	108
5.1.4	Ubicación geográfica	109
5.1.5	Descripción del terreno	109
5.1.6	Topografía del terreno	110
5.1.7	Justificación funcional.....	111
5.1.8	Normatividad.....	111
5.1.9	Cubierta	112
5.1.10	Instalaciones eléctricas y sanitarias	113
5.1.11	Acciones sísmicas	114
5.1.12	Propuesta arquitectónica.....	115
5.1.13	Programa arquitectónico	116
5.1.14	Planos de vivienda en Puzo	118
CONCLUSIONES		119
RECOMENDACIONES		123
BIBLIOGRAFÍA.....		124
ANEXOS		126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planta General “Casa Fathy” ..	10
Figura 2. Corte A-A “Casa Fathy” ..	10
Figura 3. Vista general “Casa Fathy” ..	11
Figura 4. Planta General “Sangath” ..	12
Figura 9. Corte Principal de la “Iglesia de San Juan Bautista” ..	16
Figura 10. Planta general Museo Nacional de Arte Romano de Mérida.	17
Figura 11: Vista Interior de Museo Nacional de Arte Romano de Mérida.	18
Figura 12. Fachada principal del proyecto del Puesto de Salud Niño Yucay.	19
Figura 13. Módulo de Prototipo con Sistema Constructivo Amares.	20
Figura 14. Muro reforzado con cerchas y costillas.	28
Figura 15. Coeficientes y ángulo de rozamiento entre las piedras.	31
Figura 16. Resistencias mecánicas y peso específico de las piedras.	31
Figura 17. Partes de un arco de piedra.....	34
Figura 18. Partes de un Arco de Piedra.	35
Figura 19. Arco triangular. Tomado de “Geometría de los arcos” ..	36
Figura 20. Arco rústico. Tomado de “Geometría de los arcos” ..	36
Figura 21. Metrado de cargas en una losa aligerada típica.	39
Figura 22. Metrado de cargas de una estructura de albañilería para hallar el ancho de cimentación.	40
Figura 23. Metrado de cargas de una estructura de albañilería para hallar el ancho de cimentación.	41
Figura 24. Análisis de fuerzas en los elementos de soporte superior del vano.....	46
Figura 25. Puente de los Franceses.....	50
Figura 26. Puente Lupu.....	51
Figura 27. Cubo Soma.....	55
Figura 28. Viviendas particulares según material predominante en los techos 1993, 2007 y 2017.	91
Figura 29. Pórtico típico albañilería confinada	92
Figura 30. Pórtico a base de albañilería convencional.....	94
Figura 31. Tipo de vivienda preferida.	105
Figura 32. Intención de comprar o construir.	105
Figura 33. Indicadores habitacionales.....	106
Figura 34. Tipo de vivienda.....	106
Figura 35. Características de la vivienda actual frente a la vivienda ideal por NSE.	107
Figura 36. Promedio de los ingresos y gastos del hogar.	107
Figura 37. Ubicación política.....	109
Figura 38. Sección A-A de la topografía del terreno	110
Figura 39. Sección B-B de la topografía del terreno	111
Figura 40. Corte losa aligerada típica.....	113
Figura 41. Isometría cobertura a dos.....	113
Figura 42. Mapa de zonas sísmicas de Perú.	114

Figura 43. Límites en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	115
Figura 44. Resumen resistencia de prototipos.....	119
Figura 45. comparativo entre la cantidad de partidas del arco y pórtico típicos.....	120
Figura 46. Comparativo entre el costo de construcción de un Arco Típico y Pórtico Típico	121

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Arcos de albañilería convencional	5
Tabla 2 Construcción de vanos arquitectónicos.....	6
Tabla 3 Clasificación de las unidades de albañilería según norma de albañilería	23
Tabla 4 Clasificación de arcos.....	66
Tabla 5 Resumen ficha de observación ARC-T1.....	73
Tabla 6 Resumen ficha de observación ARC-T2.....	75
Tabla 7 Resumen ficha de observación ARC-T3.....	77
Tabla 8 Resumen ficha de observación ARC-T4.....	79
Tabla 9 Resumen ficha de observación ARC-5.....	81
Tabla 10 Resumen ficha de observación ARC-T6.....	83
Tabla 11 Cuadro resumen del análisis de los prototipos de arcos realizados	85
Tabla 12 Comparativo de sistema constructivo.	86
Tabla 13 Análisis del peso por m ² de los elementos estructurales.....	88
Tabla 14 Metrado pórtico típico	92
Tabla 15 Metrado pórtico a base de arco	95
Tabla 16 Cuadro comparativo sobre la prefabricación en la construcción de vanos arquitectónicos.....	96
Tabla 17 Cuadro comparativo sobre el costo de construcción de vanos arquitectónicos..	97
Tabla 18 Cuadro comparativo sobre la modulación constructiva en la	101

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Arco ojival.....	70
Fotografía 2. Arco de medio punto.....	70
Fotografía 3. Arco rampante.....	71
Fotografía 4. Limpieza en área de trabajo.....	71
Fotografía 5. Excavación y vaciado de concreto.....	72

RESUMEN

Teniendo como apoyo principal los estudios realizados en países como España, Suiza, Uruguay, India, Egipto, donde fueron usados conceptos arquitectónicos que contribuyen a la idea rectora de esta tesis en cuanto a la utilización de tecnologías y sistemas de la arquitectura clásica como son los arcos, bóvedas y demás aportes que se concibieron en esos tiempos, así mismo con proyectos arquitectónicos que demuestran la eficacia de este sistema constructivo que fue relegado en el tiempo por la desinformación y la falta de argumentos normativos que se perdieron al ingresar la época moderna de industrialización. Esto servirá a la investigación planteada que considera a estos países y obras arquitectónicas como antecedentes que ayudarán a sustentar la presente investigación. Por este motivo, se intenta dar a conocer esta alternativa de solución aplicable a la construcción de vanos a partir de albañilería convencional.

Por este motivo se realizó el análisis del arco como elemento estructural, para lo cual se realizaron prototipos a los cuales se realizaron pruebas y así poder ver la factibilidad de emplear esta alternativa en la concepción de vanos, los cuales fueron ejecutados en un terreno elegido acorde a las necesidades que el entorno inmediato precisa, que esté dentro de los límites establecidos en la investigación y permita la ejecución de estos prototipos al interior del mismo, estos elementos serían probados sometidos a cargas externas y así comprobar su capacidad portante en la concepción de vanos en una edificación.

Los diversos prototipos de arcos realizados en esta investigación fueron elegidos considerando distintas tipologías con diseños factibles no muy complejos, de esta manera los prototipos de arcos realizados han permitido obtener resultados los cuales fueron expresados manera de conclusiones y recomendaciones con respecto a esta investigación.

Como parte final se realizó una propuesta arquitectónica utilizando el arco con mejores características constructivas y emplearlo en la concepción de edificaciones a partir de vanos arquitectónicos a base de arcos realizados con albañilería convencional.

Palabras clave: vanos arquitectónicos, propuesta arquitectónica, albañilería convencional, prototipos de arcos.

ABSTRACT

Having as main support the studies carried out in countries such as Spain, Switzerland, Uruguay, India, Egypt, where architectural concepts were used that contribute to the guiding idea of this thesis regarding the use of technologies and systems of classical architecture such as arches, vaults and other contributions that were conceived in those times, as well as architectural projects that demonstrate the effectiveness of this construction system that was relegated in time by the misinformation and the lack of normative arguments that were lost when entering the modern era of industrialization. This will serve the proposed research that considers these countries and architectural works as background that will help support this research. For this reason, we try to publicize this alternative solution applicable to the construction of openings from conventional masonry.

For this reason, the arc analysis was carried out as a structural element, for which prototypes were carried out to which tests were carried out and thus to be able to see the feasibility of using this alternative in the conception of openings which were executed in a chosen field according to the needs that the immediate environment requires, that is within the limits established in the investigation and allows the execution of these prototypes within it, these elements would be tested by subjecting them to external loads and thus checking their bearing capacity in the conception of openings in A building.

The different arc prototypes made in this research were chosen considering different typologies with feasible designs that are not very complex, so the arc prototypes made have allowed us to obtain results which were expressed as conclusions and recommendations regarding this research.

As a final part, an architectural proposal was made using the arch with better construction characteristics and used in the conception of buildings from architectural openings based on arches made with conventional masonry.

Keywords: architectural vanos, architectural proposal, conventional masonry, prototypes of arches.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se centró en la construcción de arcos de albañilería convencional como solución alternativa para la construcción de vanos, esta idea surge al observar la gran efectividad y durabilidad que demostró este sistema de construcción en tiempos pasados, esta afirmación es ampliamente sustentada con el referente de mayor jerarquía conocido en nuestros tiempos que tiene por nombre el Coliseo Romano.

Esta alternativa de construcción a base de arcos pretende comprobar la factibilidad del uso de este sistema en la construcción de vanos para conseguir así una opción constructiva con características positivas en cuanto a la economía, capacidad de resistencia por m² y proceso constructivo.

Asimismo, el uso del arco como elemento estructural en la construcción de edificaciones podría concebir ventajas económicas y agilizar el proceso constructivo que serían logrados únicamente con el uso del arco de albañilería convencional en sustitución de los elementos convencionales de construcción como son las columnas y las vigas.

Además, la presente investigación estará basada en la ejecución de prototipos con distintas tipologías de arcos, los cuales serán sometidos a pruebas de resistencia para poder obtener el arco que mejor característica estructural presente. Este documento está estructurado en cinco capítulos los cuales se exponen a continuación:

Capítulo I, es aquel que da a conocer el planteamiento del estudio, el problema de investigación, los objetivos lo que se desea lograr dentro de la investigación y así mismo se da a conocer la justificación del porqué de la investigación.

Capítulo II, se basa en la recopilación de sustento teórico esencial para comprender el tema a profundidad y comprender los detalles conceptuales indispensables dentro de la investigación.

Capítulo III, que es básicamente la metodología que fue utilizada dentro de la investigación.

Capítulo IV, donde se presenta los resultados y la discusión que tiene como fin comprobar la viabilidad de la investigación expuesta.

Capítulo V, en el que se encuentra la propuesta de proyecto arquitectónico, usando el sistema de albañilería convencional a base de arcos para la concepción de espacios con temáticas formales distintas logradas solamente a partir de este sistema

Finalmente, el análisis de esta investigación es realizada con el fin de permitir optimizar la construcción de vanos en un sistema constructivo convencional y contemporáneo, así también transmitir esta información a nuevos diseñadores y constructores que puedan adoptar esta solución estructural, que aportaría valores estéticos formales en distintos tipos de edificaciones logrando así valores estéticos únicos que son solo concebidos con la utilización de estos elementos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1 Planteamiento del problema

La construcción de arcos en la arquitectura representa una de las etapas más importantes en la innovación constructiva, desde el tiempo en que las incipientes culturas de medio oriente y el antiguo Egipto iniciaron su búsqueda de alternativas de construcción más eficiente se desarrollaron los primeros arcos, desde el caso del arco nubiano en la provincia de Nubia en Egipto hasta posteriormente el esplendor de este elemento estructural en la antigua Roma el arco fue el protagonista del esplendor y caída de muchos imperios, pero más su sola existencia perdurable por su estabilidad lo ha categorizado como uno de los elementos estructurales más resistentes y vigentes de la historia de la arquitectura.

Evidenciando estas virtudes ya descritas y conocidas del arco en la construcción, entonces, por qué se dejó de usar si su estabilidad y estética es única y agradable para la composición arquitectónica, en qué momento se convirtió en una técnica obsoleta, en qué instante dejó de ser útil, si aun usando los materiales convencionales es posible construir un arco de distintas formas y tipo. Sin embargo, en la actualidad se adoptan sistemas mucho más básicos y poco estéticos, y en su simpleza le quitan los valores estéticos formales que demanda la arquitectura responsable y también sostenible.

Las últimas décadas el uso de materiales de construcción estandarizados y modulares le ha quitado mucho al aporte arquitectónico, le ha impedido el protagonismo a la arquitectura que para solucionar un espacio arquitectónico solo se respalda en el uso de elementos lineales y planos dejando de lado la posibilidad formal y estructural de las curvas, los radios y los desarrollos radiales que aportan los arcos en la arquitectura.

1.1.2 Formulación del problema

Esta investigación está direccionada a un problema específico, el cual radica en que para abrir un vano arquitectónico se ha perdido todo criterio estético proporcional y solo dependemos de vigas y dinteles horizontales para solucionar la necesidad de apertura de vanos, porque sin la presencia de vigas y dinteles la única alternativa más económica y construible es el uso de arcos, que pueden ser contruidos con el mismo material de

albañilería, aportando a esto una reducción de costos, porque tanto en materiales como en mano de obra construir un arco no es más que recordar en nuestra memoria genética constructiva los criterios básicos del equilibrio de cuerpos geométricos bajo la presión de su propio peso para convertirse en estructuras auto portantes.

Por lo tanto, esta investigación está enfocada a rescatar esa pérdida de nociones constructivas que son tan propias de la arquitectura, no solo por una búsqueda constante de la arquitectura en el proyecto, sino también, porque existen sólidos argumentos que respaldan al arco como estructura de soporte y de fácil construcción.

1.1.2.1 Problema general

¿Cuál es el nivel de factibilidad del uso de arcos de albañilería convencional para la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte en edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?

1.1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en el peso por m² en la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?
- ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en el proceso constructivo de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?
- ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en la prefabricación para la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?
- ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en el costo de construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?
- ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en la Modulación constructiva de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Una vez determinado el problema general y sustentada la importancia de este, me planteo el siguiente objetivo general:

Determinar el nivel de factibilidad del uso de arcos de albañilería convencional para la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte en edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

1.2.2 Objetivos específicos

Se plantea los siguientes objetivos específicos sobre la base de los contenidos complementarios para que la investigación nos permita dilucidar en su desarrollo y resultados:

- Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional y el peso por m² para la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.
- Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional sobre el proceso constructivo de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.
- Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional sobre la prefabricación en la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.
- Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional sobre el costo de construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.
- Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional sobre la Modulación constructiva de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

1.3 Justificación e Importancia

El retomar técnicas constructivas que por sus antecedentes permiten optimizar la construcción de vanos en un sistema constructivo convencional y contemporáneo también

nos permite transmitir esta información a nuevos diseñadores y constructores que pueden adoptar esta solución estructural, que aportaría valores estéticos formales en distintos tipos de edificaciones, pero que a la vez sean mucho más económicas que hacer falsos arcos de concreto que requieren de un encofrado complejo y que al ser construidos con otro sistema constructivo como el concreto, pierde todo su valor constructivo, de equilibrio y geometría, valores muy propios de un arco.

El aprender a construir arcos representa uno de los más finos conocimientos de la construcción, su aplicación diversa en la arquitectura y las estructuras depende del enfoque que cada proyecto requiera, pero esos conocimientos no se pueden aprender de manera teórica, es fundamental incursionar en la práctica constructiva real para poder sentir y comprender la dinámica constructiva de cómo hacer un arco y lograr que este en equilibrio estructural, para que después pueda aportar con su gran capacidad estructural, esa es la meta fundamental de esta investigación.

1.4 Hipótesis y Descripción de Variables

1.4.1 Hipótesis general

El uso de arcos de albañilería convencional hace factible la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

1.4.2 Hipótesis específicas

- El uso de arcos de albañilería convencional influye favorablemente en el peso por m² sobre la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.
- El uso de arcos de albañilería convencional influye positivamente en el proceso constructivo para vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.
- El uso de arcos de albañilería convencional influye positivamente en la prefabricación en la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.
- El uso de arcos de albañilería convencional influye favorablemente en el costo de construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

- El uso de arcos de albañilería convencional influye positivamente en la Modulación constructiva de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

1.4.3 Descripción de variables

VD: Arcos de albañilería convencional

VI: Construcción de vanos arquitectónicos

1.4.4 Operacionalización de variables

1.4.4.1 Variable dependiente

Arcos de albañilería convencional

Los arcos de albañilería convencional son una técnica constructiva, que depende de la geometría del arco, el material que se utilice y la proporción que se desea lograr, es un elemento estructural que soporta ampliamente los esfuerzos de compresión de cargas puntuales.

Tabla 1

Arcos de albañilería convencional

DIMENSIÓN	INDICADORES
<p style="text-align: center;">Arcos de albañilería</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peso por m² • Proceso constructivo

1.4.4.2 Variable Independiente

Construcción de vanos arquitectónicos

La apertura de vanos arquitectónicos responde a la necesidad de accesibilidad o la necesidad arquitectónica de iluminar o ventilar un ambiente específico, estos vanos son propuestos desde la planta arquitectónica, su configuración dentro de una edificación está proyectada desde la etapa del diseño.

Tabla 2

Construcción de vanos arquitectónicos

DIMENSIÓN	INDICADORES
Construcción de Vanos	<ul style="list-style-type: none">• Prefabricación• Costo de construcción• Modulaci3n constructiva

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes del Problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

En el libro titulado *Arcos, bóvedas y cúpulas geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*, del instituto. se tuvo como propósito de la investigación el realizar el cálculo tradicional de arcos, bóvedas y cúpulas (1) Puesto que en estos temas la información es muy reducida y en lo que es la construcción en sí de arcos, bóvedas y cúpulas en este sentido en nuestros días nos enfrentamos a un tema totalmente desconocido puesto que el constructor de estos tiempos carece de la experiencia y oficio del antiguo constructor, este trabajo investigativo busca contribuir en la construcción de información y difusión de esta disciplina olvidada en el tiempo.

Así mismo, en el desarrollo de los temas enfocados en el desarrollo de esta investigación es centrada en tres puntos en específicos:

El cálculo científico. Trata de la manera en cómo las personas del pasado llegaban a elegir los materiales óptimos en el caso de lo que se menciona como fabrica el cual se compone por (piedras o ladrillos y morteros y después el material de fábrica resultado de su aparejo). De esta manera se hace referencia a las líneas de empuje que tienen como objetivo estudiar las distintas aproximaciones del estudio del equilibrio de las estructuras de fábrica teniendo en cuenta que cada línea de empuje contiene una distinta solución de equilibrio y es preciso hallar que sea correcta y compatible con las formas que se quieran conseguir y por último se tiene el análisis límite de arcos y estribos el cual se enfoca en el equilibrio al momento de analizar la estabilidad de los arcos y estribos simples.

El cálculo tradicional. Este tramo de la investigación se centra en la teoría empleada por los antiguos constructores a la hora de predimensionar la estructura de los edificios en proyecto, así mismo trata de cómo estos antiguos desarrollaron técnicas y parámetros que permitían el rápido diseño de puentes, a su vez también trata de la manera en cómo estos constructores emplearon la teoría de bóvedas para la verificación de la estructura proyectada era estable.

Con respecto a las conclusiones, la aparición de los nuevos materiales constructivos como el acero y hormigón armado que favorecieron a la versatilidad en el

diseño de las edificaciones y la manera en cómo se concibió la arquitectura e ingeniería cambio dando paso a un nuevo movimiento constructivo dando como resultado el olvido de estas técnicas que fueron tan efectivas hasta sus últimos días.

Así mismo, se da conocer que las reglas empíricas proporcionales fueron desarrolladas y utilizadas de manera efectiva hasta el SIGLO XX, por otra parte, en lo que se refieren a estribos góticos y torres se tienen las reglas de los cuales permiten calcular los elementos estructurales fundamentales de una iglesia gótica (2),

De esta manera el presente material de investigación nos da a conocer como los antiguos constructores realizaban la ejecución en cuanto a los arcos, bóvedas y cúpulas de una manera eficaz, puesto que no eran simplemente efectuadas al azar si no que respondían a unas reglas empíricas que ellos mismos con la experiencia lograron obtener, lo cual fue muy efectivo hasta que la manera en cómo se veía la arquitectura y la ingeniería cambio producto de los nuevos materiales constructivos.

En el artículo titulado: “Evolución histórica del arco como elemento estructural en arquitectura” desarrolló la importancia del arco a lo largo de la historia y cómo esta estructura desde la antigüedad dio la posibilidad de abrir vanos en los muros y cubrir grandes áreas con ladrillos o mampostería. El uso del arco data de los 4000 a.C., estos eran construidos con ladrillos no cocidos primero en Mesopotamia y posteriormente en Egipto donde se encontraron vestigios de estos arcos en el interior de las pirámides. Sin embargo, serían los romanos los herederos de esta estructura tan prodigiosa y noble, estos utilizaron el arco de manera eficaz puesto que muchas obras edificadas en su tiempo aún son apreciadas en nuestros días como ejemplo grato y representativo tenemos al Coliseo Romano ubicado en Roma, obra que data del siglo I d.C. (3),

En los años posteriores se continuó con la construcción de arcos para la elaboración de distintos tipos de edificaciones, de los cuales en su gran mayoría el arco electo como elemento estructural era el de medio punto, esto continuo por muchos años en la baja edad media, siendo en la alta edad media que los constructores deciden apuntar el arco dando origen así al estilo gótico.

Asimismo, de esta forma se aprecia que el arco fue la estructura que ha acompañado al ser humano por mayor tiempo pese a los cambios de materiales que ha enfrentado como por ejemplo madera, acero. En el siglo XX, los nuevos materiales como

fueron el hormigón y el acero sustituirían a la piedra como material estructural, pese a eso en ladrillo retomó su protagonismo de la mano del estilo modernista. Es hasta nuestros días que aún se siguen edificando obras arquitectónicas que emplean arcos como protagonistas del diseño puesto que el arco ha sido durante muchos siglos el elemento estructural confiable al momento de realizar una edificación, que al iniciar este elemento logró dar al ser humano la posibilidad de lograr abrir vanos en los muros y poder abarcar grandes áreas de esta mara permitir llegar a la otra orilla del río. Forma parte del patrimonio religioso a lo largo de todo el mundo y de numerosas obras civiles que fueron realizadas por los romanos en su gran mayoría en su tiempo, es por este motivo que el arco es el mayor invento tensional del arte clásico.

En el proyecto titulado: “Casa Fathy”, artículo publicado en wiki arquitectura. Fue realizado en Sidi Krier en Egipto con la idea de crear una estructura de bajo costo, pero bella a la vez, este proyecto fue realizado para sí mismo empleando técnicas y formas tradicionales provenientes de diversas culturas, estas fueron transformadas a componentes adaptados a su propia manera de hacer arquitectura. (4),

El concepto arquitectónico fue de “aldeas turísticas” que en esa época eran muy populares, se planteó espacios que den la sensación de hospitalidad, intimidad, belleza y permanencia. Estos fueron realizados de una manera compacta e introvertida, respetando la intimidad de la vida familiar, en su propuesta se tiene una habitación multifuncional, dormitorios, espacio de servicio, cocina, baño y una terraza con un concepto abierto que permite la experiencia de sentir la brisa del mar y apreciar hermosas vistas.

En la parte estructural y de materiales es que el proyecto enamora a las personas que la aprecian, puesto que la propuesta es manejada usando elementos como arcos, bóvedas, muros gruesos y cúpulas. En la apertura de vanos para puertas y ventanas fueron utilizados los arcos apuntados que son elementos portantes que no debilitan el muro que en este caso es portante.

Asimismo, los materiales usados para realizar este proyecto fueron ladrillos de adobe enlucido, que dieron una sensación rústica y tosca de modo que el proyecto no rompía con el entorno y conservaba la armonía del lugar, en cuanto a la carpintería en puertas y ventanas fueron realizadas en madera, con excepción de algunas áreas que fueron ejecutadas con adobe.

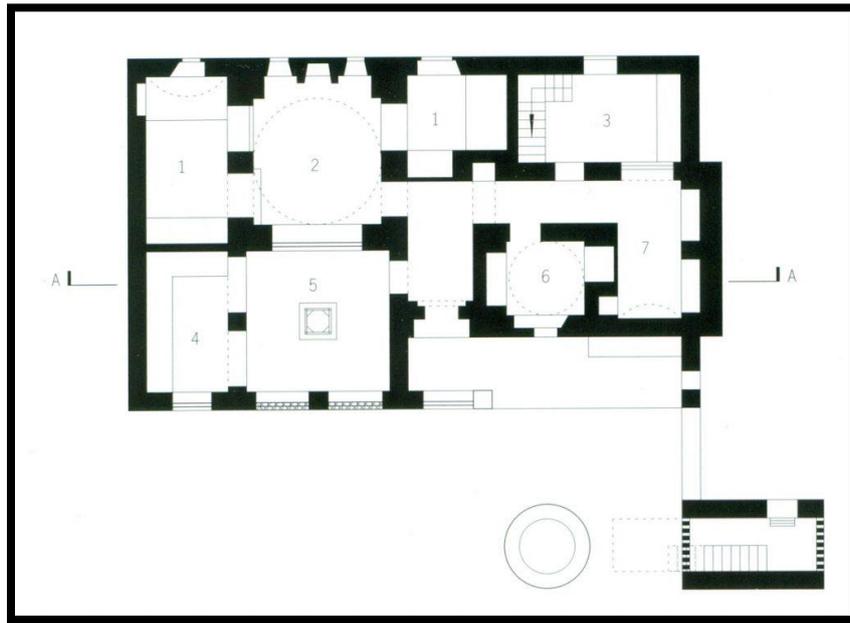


Figura 1. Planta General "Casa Fathy". Tomado de "Casa Fathy", por Wiki Arquitectura, <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-fathy/>, 23 de julio de 2017.

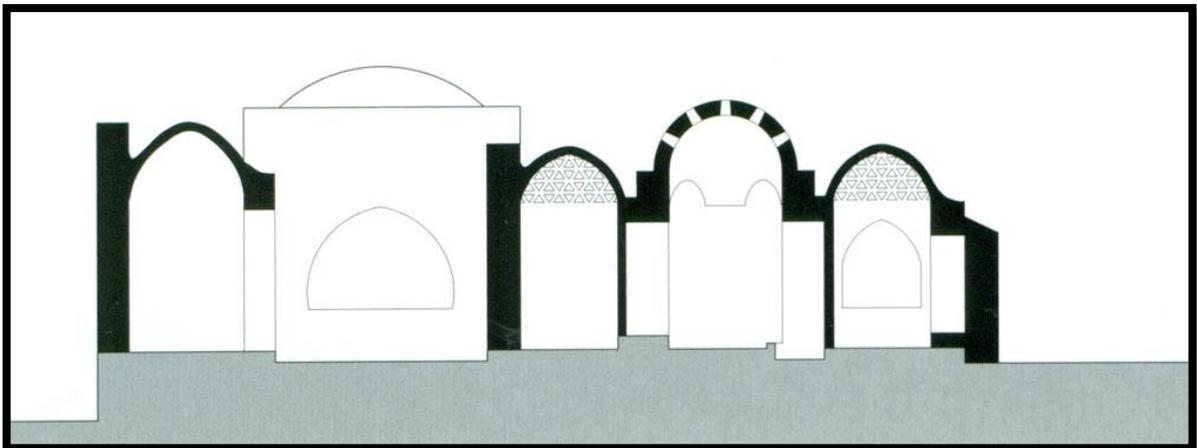


Figura 2. Corte A-A "Casa Fathy". Tomado de "Casa Fathy", por Wiki Arquitectura <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-fathy/>. 23 de julio de 2017.

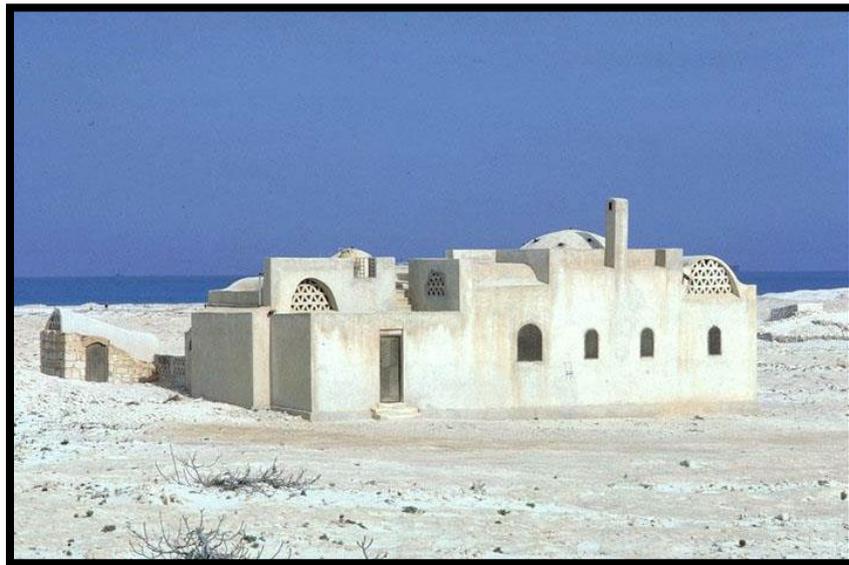


Figura 3. Vista general “Casa Fathy” Tomado de “Casa Fathy”, por Wiki Arquitectura <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-fathy/>. el 23 de julio de 2017.

El proyecto Sangath fue ejecutado en Ahmedabad, Gujarat State, India. Esta edificación nace de la necesidad social y económica que enfrentaba el país del arquitecto proyectista (5).

La obra se maneja sobre un concepto único que va más allá de diseñar viviendas u oficinas, el arquitecto quiso englobar un conjunto de actividades en dimensiones artísticas, sociales y humanistas de una manera única utilizando elementos tradicionales y locales, proponiendo que esta arquitectura se maneje con una armonía única con el entorno. Además, se enfocó en el desarrollo del proyecto en un área de 473 m² de un total de 2,425 m². En esta área se desarrollaron los siguientes espacios: patio el cual fue el elemento ordenador de todos los módulos propuestos, como los estudios y el anfiteatro.

La edificación fue realizada con postes, vigas, losas y como elemento predominante la bóveda que fue utilizado en las coberturas a lo largo del complejo, estos elementos fueron realizados utilizando un encofrado móvil, estas fueron construidas con tejas huecas de arcilla, hormigo y hierro. Como cobertura de este elemento se utilizaron azulejos fragmentados provenientes del material de desecho de fabricantes locales, o en su defecto se utilizó cemento o yeso.

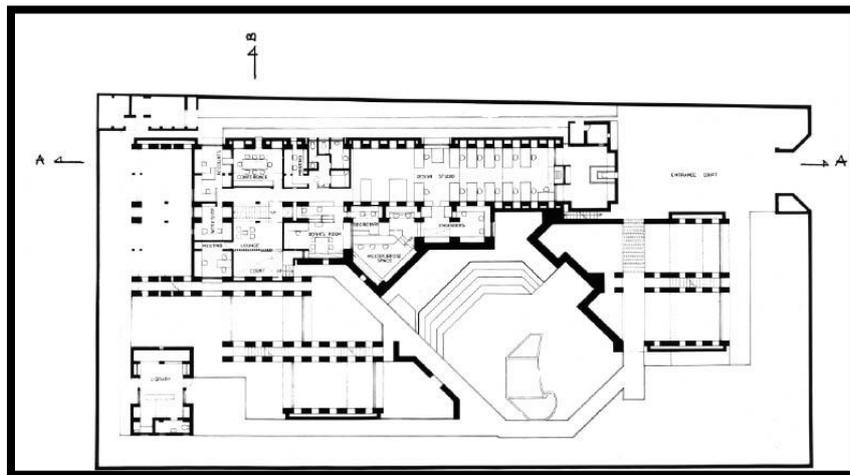


Figura 4. Planta General “Sangath”. Tomado de “Sangath”, por Wiki Arquitectura <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/sangath/>, publicado el 07 de marzo de 2018

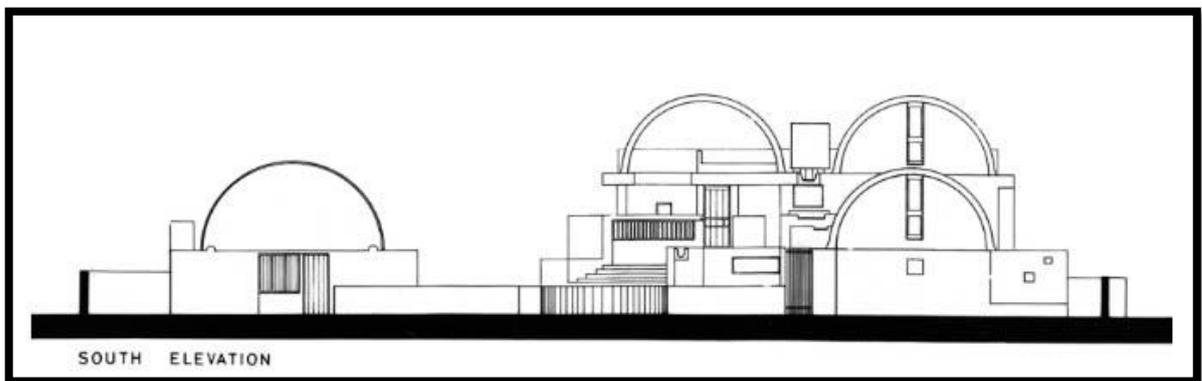


Figura 5. Elevación sur “Sangath”, Tomado de “Sangath”, por Wiki Arquitectura <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/sangath/>, publicado el 07 de marzo de 2018

En el proyecto Casa Dieste que fue ejecutado en Punta Gorda, Montevideo, Uruguay, en un área de 600 m² se tuvo como concepto rector para la realización de esta edificación la convergencia de dos mundos tomado como idea metafórica la convergencia entre lo casual y lo mundano, en su proyecto titulado: “Casa Dieste” (6)

La geometría es el eje rector con el cual se diseñó este proyecto, con esta perspectiva se logró controlar y generar formalmente el diseño así mismo para controlar los bordes creando ritmos o modulaciones a partir de la medida. Asimismo, los espacios fueron pensados teniendo en cuenta los siguientes ambientes: una sala, comedor, estudio, dormitorios, cocina, servicios y el dormitorio de servicio. Estos ambientes fueron pensados y adaptados de tal manera que los ambientes interactúen con los paisajes y la estructura

propuesta de tal modo que se maneje una armonía íntegra entre el ambiente y la edificación.

En cuanto a la estructura edificatoria el arquitecto diseñador utilizó un sistema ligado entre sí para obtener ambientes con una riqueza espacial y constructiva. Además, la edificación fue realizada con ladrillo cerámico tanto en los muros como en las bóvedas, estos fueron pensados de tal modo que permita a la estructura trabajar como una membrana elástica. Esta membrana elástica fue realizada por un compuesto que contenía enlucido y portland con una malla electrosoldada en medio de la albañilería y este recubrimiento, dio como resultado un muro de grosor no mayor a 12 cm.

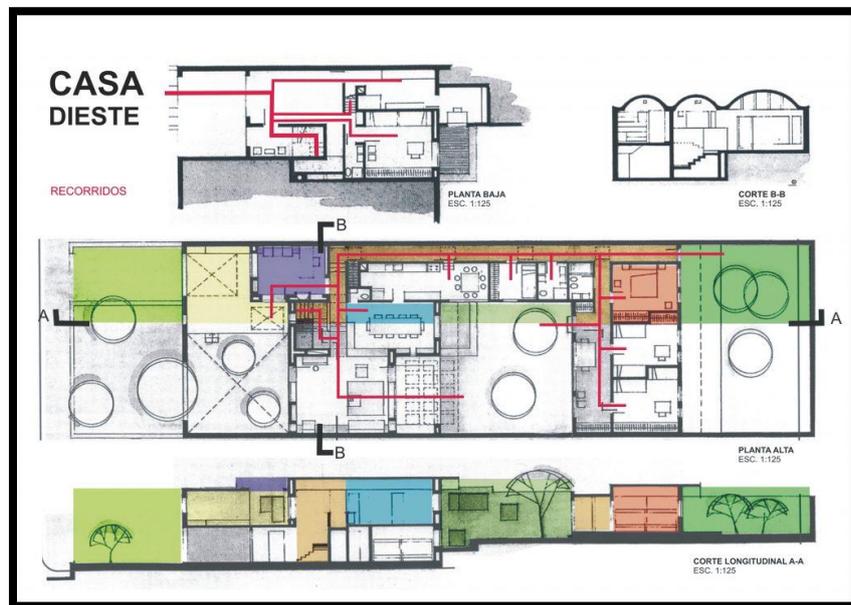


Figura 6. Plantas y Cortes “Casa Dieste”. Tomado de “Casa Dieste”, por Wiki Arquitectura <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-dieste/> , 2 de marzo de 2018.



Figura 7. Vista Interior “Casa Dieste” Tomado de “Casa Dieste”, por Wiki Arquitectura <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-dieste/> 2 de marzo de 2018.

En el proyecto de la iglesia de San Juan Bautista, que fue ejecutado en Mogno, Valle Maggia, Suiza, fue propuesta como reconstrucción de la antigua iglesia que años atrás fuera abatida por un alud. Con esto en mente el arquitecto trato de plasmar la relación entre el trabajo diario del hombre y su relación con la naturaleza. La propuesta formal posterior se dio con la relación de un rectángulo inscrito en una elipse exterior que cambia a medida que llega a la parte superior de la edificación (7).

Esta edificación manejó el concepto de arco en la jerarquización de las áreas como, por ejemplo, el altar que es producto de una sucesión de arcos de manera escalonada que permite abrir un vano en este muro tan robusto sin debilitar la integridad del mismo, de la misma forma en los extremos de la edificación se tienen dos espacios generados por arcos con esta misma metodología.

Como elemento estructural resaltante tienen dos grandes contrafuertes con forma de medios arcos que conciben el ingreso principal, por otra parte, estos elementos logran resaltar el campanario ubicado en este mismo. Asimismo, los materiales utilizados tanto en los muros como en los pavimentos fueron la piedra, granito y mármol. Además, la cubierta fue realizada en vidrio, esta fue soportada por un elemento metálico realizado en acero negro.

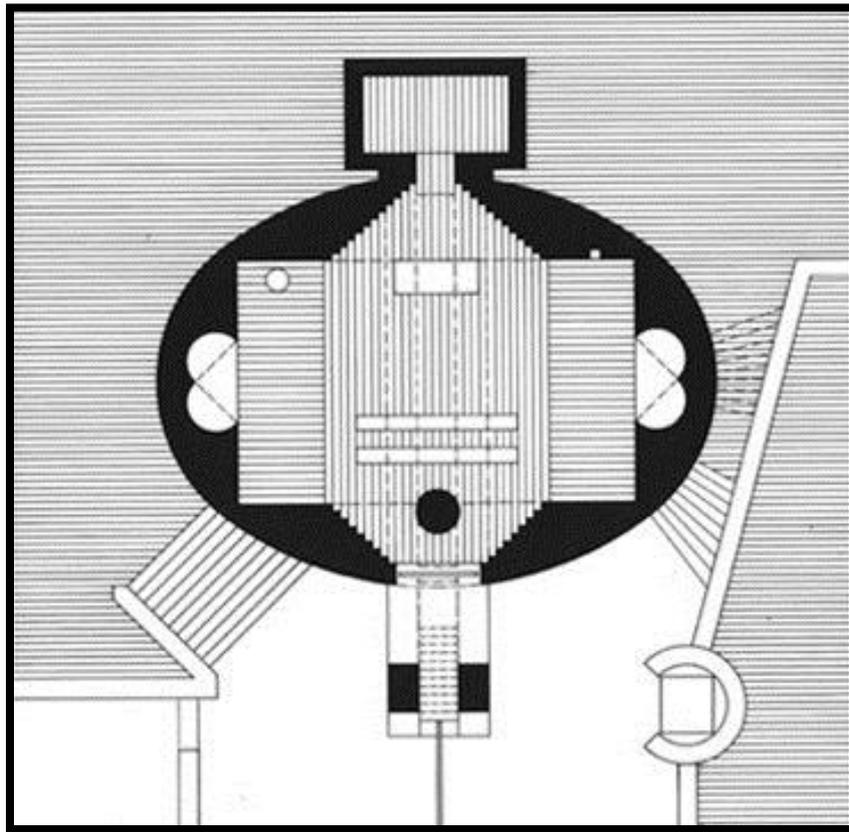


Figura 8. Planta general “Iglesia de San Juan Bautista”. Tomado de “Iglesia de San Juan Bautista”, por Wiki Arquitectura. 4 de octubre del 2012. Disponible de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/iglesia-de-san-juan-bautista/#botta-19>

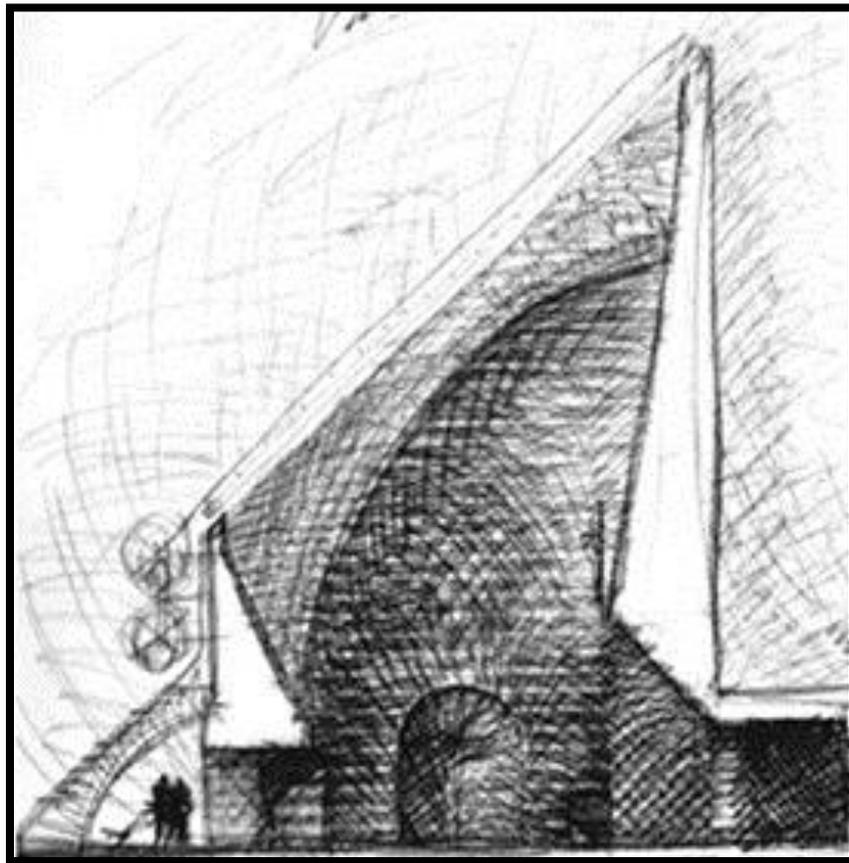


Figura 9. Corte Principal de la “Iglesia de San Juan Bautista”. Tomado de “Iglesia de San Juan Bautista”, por Wiki Arquitectura. 4 de octubre del 2012. Disponible de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/iglesia-de-san-juan-bautista/#botta-19>

El Proyecto Museo Nacional de Arte Romano de Mérida fue realizado en la antigua ciudad romana de Augusta Emerita en la península ibérica, lugar que es considerado una de las ciudades más grandes, hermosas y preservadas de los antiguos romanos. Teniendo en consideración la enorme influencia que los romanos dejaron en el mundo, es que el arquitecto propone una arquitectura enfatizada en conservar la tipología constructiva romana (8).

La forma en que se abordó este proyecto fue resaltar al mayor protagonista de la arquitectura romana que en este caso fue el arco, pero no de una manera convencional. Asimismo, en la ejecución del museo se realizó una albañilería distinta con ladrillos alargados y delgados en distintos tonos logrando así dar vida a la arquitectura puesta.

Además, el cambio de tonos y el movimiento generado por esta falta de uniformidad en los ladrillos es que se logra un hermoso mosaico de variados tonos color ladrillo que recorre todos los ambientes realizados en este museo. Con esto se logra un sutil contraste entre la arquitectura existente en el lugar propia de los romanos con la arquitectura planteada por el proyectista notándose así una integración entre lo moderno y lo antiguo sin romper la armonía en el lugar logrando así una convivencia que resalta los valores de esta hermosa obra.

La edificación fue diseñada como una versión contemporánea de una basílica, se tiene un área superior destinada a fines expositivos, el manejo espacial en áreas de exposición de piezas antiguas tiene un concepto abierto permitiendo el acceso de la luz de manera natural proponiendo que esta estructura basada e antiguas técnicas romanas que podrían resistir una robusta cobertura permiten el acceso de la luz por medio de claraboyas con estructura metálica ligera, de esta manera e arquitecto logra un concepto abierto y libre permitiendo una experiencia única al recorrer esta edificación (7).

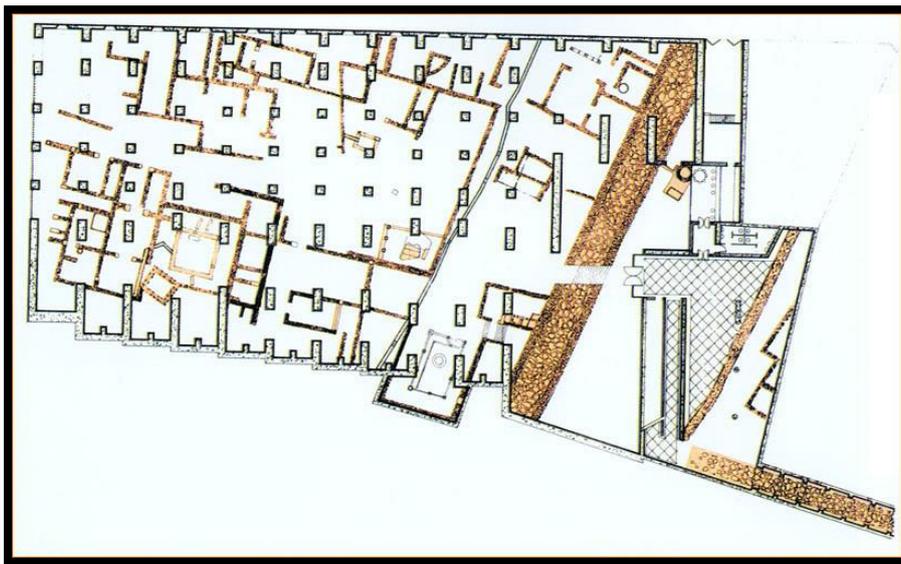


Figura 10. Planta general Museo Nacional de Arte Romano de Mérida. Tomado de “Clásicos de arquitectura: Museo Nacional de Arte Romano / Rafael Moneo”, por D. Langdon. 13 de mayo de 2015. <https://www.archdaily.pe/pe/766772/clasicos-de-arquitectura-museo-nacional-de-arte-romano-rafael-moneo>

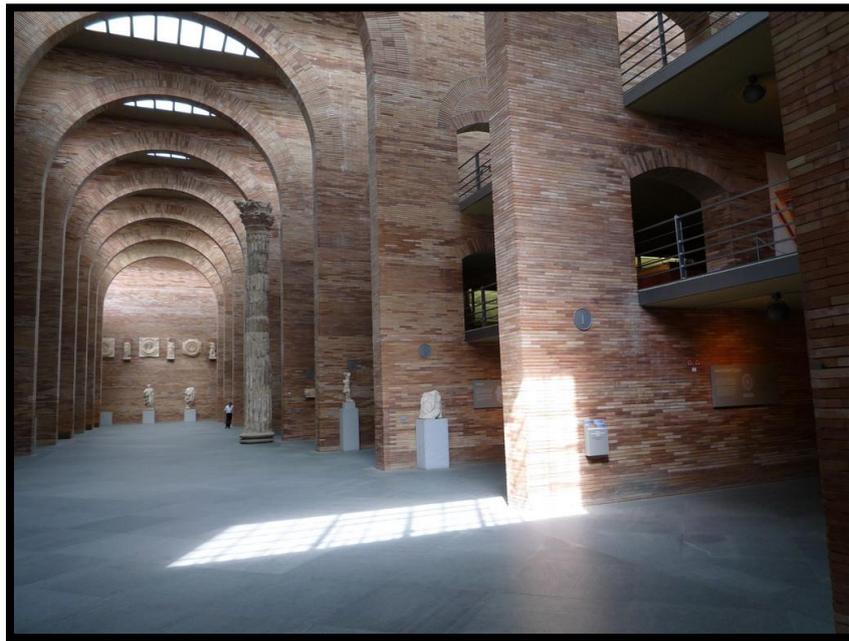


Figura 11. Vista Interior de Museo Nacional de Arte Romano de Mérida. Tomado de “Clásicos de arquitectura: Museo Nacional de Arte Romano / Rafael Moneo”, por D. Langdon. 13 de mayo de 2015. <https://www.archdaily.pe/pe/766772/clasicos-de-arquitectura-museo-nacional-de-arte-romano-rafael-moneo>

2.1.2 Antecedentes Nacionales

En la tesis “Evaluación del confort ambiental del puesto de salud Niño Yucay-Ayacucho, ejecutado con el sistema constructivo amares investigación fue ejecutada en el puesto de salud Niño Yucay-Ayacucho”, el cual usa el sistema sismo resistente Amares, se pretende solucionar el problema de la construcción en adobe que convencionalmente se usa sin mayores estándares de resistencia sísmica, esto debido a que en su gran mayoría las viviendas son ejecutadas de manera empírica (9).

Asimismo, el diseño arquitectónico del puesto de salud se basó en la utilización de bóvedas Nubias, este sistema fue elegido por su alta capacidad sismo resistente, la capacidad de elaboración con materiales que se encuentran en el entorno y la factibilidad económica para su construcción está al alcance de las personas. En cuanto a la base teórica que permitió la utilización de este sistema fue realizada por un estudio técnico efectuado en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) donde se realizaron dos ensayos dinámicos en mesa vibradora demostrando así su aplicación responsable en el ámbito de intervención del proyecto.

Se concluye que el sistema constructivo del puesto de salud Niño de Yucay, Ayacucho satisface en un 95% las necesidades constructivas que las personas requieren demostrando así que el sistema efectuado supera en gran medida al tradicional sistema de construcción empleado en adobe.

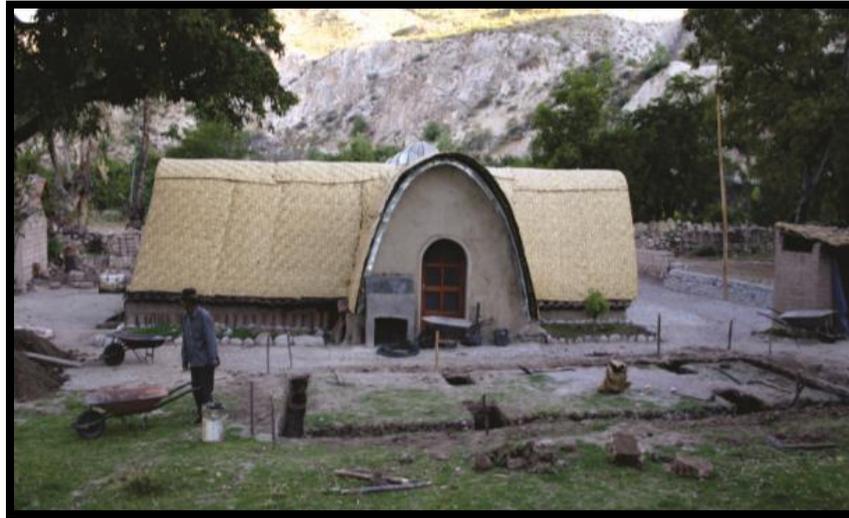


Figura 12. Fachada principal del proyecto del Puesto de Salud Niño Yucay. Tomado de “Evaluación del confort ambiental del puesto de Salud Niño Yucay, ejecutado con el sistema constructivo Amares, por Chancafe,2015. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

La tesis “Infraestructura de salud y formación de capacidades locales en construcción sismorresistente en tierra” tiene como objetivo el desarrollo de un programa de apoyo y modernización del sector salud en el Perú, ya que pretende mejorar las condiciones de *confort* de cualquier edificación que se realice con este, teniendo como antecedentes los presentes datos (10)

El Perú es un país donde un 40% de las viviendas son de adobe, esto debido a la pobreza presente en muchos lugares al interior del país, que da como resultado gran informalidad en cuanto a la construcción de distintos tipos de edificación esto debido a la falta de asesoría técnica en la ejecución de los proyectos dando como resultado que frente a un movimiento telúrico estas edificaciones son las que sufren mayor daño. El proyecto se desarrolló teniendo como idea rectora una bóveda que en este caso es la bóveda núbica al cual tiene la forma de una catenaria invertida.

En el antiguo Egipto es que se pudo utilizar este sistema constructivo de un amanaera que no requirió la cimbra para su realización, pero tuvo que tener diferentes temáticas al momento de la ejecución como por ejemplo la bóveda tenía que ser encimada mayormente con adobes de 20 cm de ancho x 20 cm largo y 5 a 6 cm de espesor. La inclinación que debía tener durante la concepción de la bóveda debería de ser de 65° y 70° con respecto a la horizontal que describe.

Asimismo, los resultados que mostraron las pruebas realizadas en el laboratorio de estructuras antisísmicas de la Pontifica Universidad Católica de Perú (PUCP) fueron que ante un desastre de categoría catastrófica la edificación se muestra estable sin presentar condiciones de falla (9).

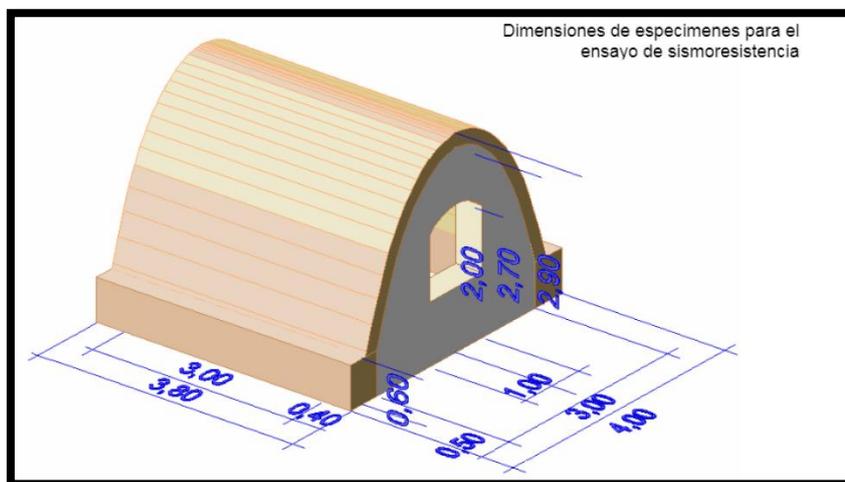


Figura 13. Módulo de Prototipo con Sistema Constructivo Amares. Tomado de “Infraestructura de Salud y Formación de Capacidades Locales en Construcción Sismoresistente en Tierra”, por Fisher,2006. Universidad Nacional del Centro del Perú. Lima, Perú.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 El arco como elemento estructural

El arco ha sido construido desde el principio de los tiempos, desde que el hombre comenzó a emplazarse en lugares perennes, esto teniendo una primera concepción del concepto de arco el cual fue apoyar dos piezas de piedra junto a otra (11).

Los primeros que utilizaron este sistema fueron los egipcios, babilonios y griegos quienes usaron normalmente para la realización de edificios de tipo civil, así mismo los

asirios emplearon el arco en la construcción de palacios con cobertura abovedada, los etruscos emplearon el arco en la concepción de puentes, paseos cubiertos y puertas de acceso a ciudades. No obstante, fueron los romanos aquellos que desarrollarían una metodología en la elaboración de arcos teniendo como mayor exponente en las edificaciones realizadas al arco de medio punto, este fue utilizado en la realización de anfiteatros, palacios y acueductos.

Asimismo, el funcionamiento estructural del arco consiste en transmitir las cargas a los elementos cercanos a su vez estos a los cimientos que posteriormente los transmitirán al terreno. Este sistema constructivo tuvo que tener en la rivalidad que existía entre los especialistas dedicados a la masonería en la construcción de catedrales puesto que estas edificaciones tenían un tiempo de ejecución largo, en ocasiones alcanzaron con facilidad los 50 años (10).

Asimismo, el arco es la mayor invención tensional del arte clásico y es aquel elemento que incluso hasta el día de hoy sigue impresionando a la humanidad, no cabe duda de que es el arco aquel elemento que da una sensación de verdadera rebeldía por esfuerzo de resistir las cargas que en él se deposita de esto que el arco era utilizado en la antigüedad para proclamar los honores de victoria. Además, la construcción de un arco no es nada parecido a la construcción de una columna. Para la construcción de un arco hace falta sostener todas y cada una de sus dovelas hasta finalmente colocar la clave, puesto que es ese instante cuando el arco comienza su funcionamiento en perfecta armonía y simetría (12).

Con el pasar de los años y la aparición de nuevos materiales de construcción es que el arco presenta y se pone en evidencia algunas falencias en cuanto a la concepción de estas estructuras, en cuanto a la fabricación de obras masivas como los puentes se detecta que al ser ejecutados de hormigón el valor de la obra se ven incrementados puesto que para la realización de las cimbras que deberían de soportar masivos arcos que pudieran llegar a tener una luz de 150 m en promedio estas cimbras llegaron a tener un coste elevado. Es por este motivo que se inició la utilización del acero, el cual tenía ventajas al momento de enfrentar las fuerzas que convergen en este tipo de estructuras, este material dio la posibilidad de bajar el coste y lograr incluso poder concebir obras de gran extensión sin la necesidad de la fabricación de cimbras, teniendo en consideración esta ventaja surge un inconveniente el cual radica en la parte que reposaría este enorme arco metálico que dio como resultado un mayor cimiento capaz de resistir el empuje que el arco presenta (11).

2.2.2 Albañilería

La albañilería es el arte de construir edificios u obras en las cuales se emplean las unidades de albañilería en su concepción como los siguientes en mención; ladrillo, piedra, cal, arena, yeso o cemento (13).

La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de la albañilería, esta es elaborada a partir de materias primas diversas de lo cual los principales son la arcilla, el concreto de cemento portland y la mezcla de sílice y cal. La unidad de albañilería es formada mediante moldeo, empleando en combinación con diferentes métodos de compactación o por extrusión finalmente. Esta es producida en condiciones variadas; en sofisticadas fábricas, bajo estricto control industrial, precarias canchas, a pie de obra donde serán utilizadas, mediante procedimientos rudimentarios y sin control de calidad, por este motivo es que la variedad es prácticamente ilimitada y la calidad de las unidades cubra todo rango en cuanto a estándares altos y bajos. Además de eso son clasificados por el porcentaje de huecos que tienen en su superficie de asentado y por la disposición que estos tengan, denominado los así unidades sólidas, macizas y tubulares (12).

Propiedades

Es preciso conocer las propiedades de la albañilería, así como su durabilidad ante el intemperismo. Las propiedades que comprometen la resistencia son las siguientes:

- Variabilidad dimensional y alabeo.
- Resistencia a la compresión y tracción.
- Succión.

Las propiedades que relacionadas con la durabilidad de la albañilería son las siguientes:

- Resistencia a la compresión y densidad.
- Eflorescencia, absorción y coeficiente de saturación.

Para los tres tipos de materia prima los ensayos en los ladrillos son prácticamente lo mismo. De acuerdo con la norma técnica, los ladrillos se clasifican en cinco tipos:

- Tipo I. Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja; son aptos para exigencias mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.
- Tipo II. Ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo o agua)
- Tipo III. Ladrillos de mediana resistencia y durabilidad; aptos para construcciones sujetas a condiciones debajo intemperismo.
- Tipo IV. Ladrillos de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones rigurosas de servicio. Pueden estar sujetos a condiciones moderadas de intemperismo, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.
- Tipo V. Tienen resistencia y durabilidad elevada, son aptos para condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al tipo IV.

Tabla 3

Clasificación de las unidades de albañilería según norma de albañilería

TIPO	PROPIEDADES OBLIGATORIAS					PROPIEDADES OPCIONALES		
	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en %)			ALABEO (máximo en mm)	*RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (mínima kg/cm ²)	DENSIDAD (mínima kg/cm ³)	ABSORCIÓN MÁXIMA (máxima en %)	COEFICIENTE DE SATURACIÓN (máximo)
	Hasta 10 cm	Hasta 15 cm	Más de 15 cm					
I	± 8	± 6	± 4	40	Sin límite 60	1.50 Sin límite	Sin límite	Sin límite
II	± 7	± 6	± 4	8	Sin límite 70	1.60 1.55	Sin límite	Sin límite
III	± 5	± 4	± 3	6	95	1.60	25	0.90
IV	± 4	± 3	± 2	4	130	1.65	22	0.88
V	± 3	± 2	± 1	2	180	1.70	22	0.88

Nota: Tomado de “Reglamento Nacional de Edificaciones”, Lima, Perú. 2019

Adicionalmente a esta sistematización se puede la unidad de albañilería según el porcentaje de perforaciones y su ubicación con respecto a la superficie de asiento.

Huecas. Alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que representan más del 25% del área bruta.

Solidas. Alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que cubren un área menor al 25% del área de la superficie bruta.

Tubulares. Alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que cubren un área menor al 25% del área de la sección bruta

2.2.2.1 Albañilería no reforzada

Muro no portante. Se trata de aquel muro diseñado y construido de forma tal que solo lleve carga proveniente de su propio peso (parapetos, tabiques y cercos). Estos muros pueden ser construidos con unidades de albañilería, solidas, huecas o tubulares. Los muros no portantes solo llevan cargas verticales y horizontales, generadas por su propia existencia.

Asimismo, todo muro no portante de albañilería no reforzada debe ser arriostrado a intervalos tales que satisfagan las exigencias del espesor mínimo de la norma de albañilería, el diseño de los arriostres se debe hacer considerando a estos como apoyo del muro arriostrado, actuando el muro como losa y sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él. Los arriostres deben tener resistencia, estabilidad y anclaje adecuados para transmitir las fuerzas actuantes a elementos estructurales adyacentes, al suelo o a la cimentación.

Condiciones de borde

Dependiendo de los bordes apoyados o arriostrados, los casos de diseño de muros no portantes que se presentan en la práctica son:

- Muros apoyados exclusivamente en su base.
- Muros apoyados abajo y arriba.
- Muros apoyados abajo y en sus dos costados.
- Muros apoyados arriba, abajo y en sus dos costados.

Los elementos de apoyo o arriostre pueden ser otros muros ortogonales o contrafuertes y pilastras de la misma albañilería. También pueden ser elementos de concreto armado provistos con el propósito de prestar el apoyo requerido, o simplemente otras estructuras con las que el muro está en contacto.

Esfuerzos admisibles

Según norma los esfuerzos admisibles que se deben calcular son compresión axial, compresión por flexión y tracción por flexión. Adicional a esto se debe de determinar el valor del módulo de elasticidad.

Compresión axial (Fa)

Donde:

$$Fa = 0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$$

h: Es la altura del muro en m

t: Es el espesor del muro en m

f_m: Es la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería en kg/cm².

Compresión por flexión (Fm)

$$f_m = 0.4 f'_m$$

Tracción por flexión

Morteros con cal: 1.33 kg/cm²

Morteros sin cal: 1.00 kg/cm²

Módulo de elasticidad (Em)

$$E_m = 500 f'_m$$

Unidades Solidas

Si las unidades de albañilería son sólidas el diseño de los muros podrán ser efectuados según la expresión dada por la norma de albañilería de las normas peruanas

de estructuras. Es decir, primero se calcula el espesor del muro tomando en cuenta que la fuerza distribuida aplicada es la de sismo. Luego se verifica el espesor encontrado para una fuera de viento. A continuación, se presenta la deducción de la fórmula para un muro que soportar su propio peso y una carga sísmica perpendicular al plano.

$$M= m*b*w*l^2$$

Donde:

M= momento actuante, en kg*m

$$W= kg/m^2$$

$$L=m$$

$$B= 1 \text{ metro}$$

Asumimos la carga distribuida como un porcentaje del peso. El porcentaje se hallará multiplicado el factor de zona, el coeficiente de uso y el valor de C1 según el tipo de elemento a diseñar. Estos valores se encuentran detallados en la norma de diseño Sismo resistente E-030.

$$W= \%P= Z*U*C_1*P$$

Sabiendo que el peso está en función del espesor del muro y del peso específico según el tipo de albañilería utilizado, tenemos el peso por metro de muro. Este peso será calculado para un ancho de muro unitario (1m).

$$P=t*y$$

Donde:

P= peso del muro en kg/m

T= espesor del muro e metros

Y= peso específico de la albañilería en kg/m³

Muro portante

Los muros portantes, además de llevar cargas verticales adicionales a su peso propio, están sometidos a cargas horizontales, laterales y coplanares. La diferencia fundamental entre los muros portantes y los no portantes está en la resistencia a las cargas horizontales y a los momentos transversales que originan tracciones.

El cálculo de los momentos por cargas laterales, en muros que tienen apoyos verticales provistos usualmente por muros ortogonales, no es algo preciso. Si embargo existen varios métodos para estimar los momentos. Estos métodos consideran las restricciones a la precisión impuestas por la anisotropía de la albañilería y por la incertidumbre de la eficiencia de los apoyos de borde.

En el caso de losas de entrepiso o techo que interactúan con los muros, el análisis para determinar los momentos de empotramiento es sumamente complejo e incierto. En teoría, el empotramiento dependerá de las rigideces de la losa, de los muros (arriba y abajo) y de la junta. Asimismo, la continuidad del sistema requerirá que el ángulo de rotación de la losa sea igual a la suma de los ángulos de rotación del muro y de la junta. En la práctica, las influencias de la deformación plástica de las juntas y del agrietamiento de los muros, así como el efecto de los muros ortogonales, afectan el diseño. Además, estos factores llegan a invalidar cualquier intento de aplicar métodos de cálculo precisos para determinar la continuidad del sistema. En las zonas sísmicas 2 y 3, se limitará el uso de las construcciones de albañilería no reforzada a estructuras de un nivel.

2.2.2.2 Albañilería reforzada

Albañilería confinada. La albañilería confinada está constituida por paños de albañilería simple aproximadamente cuadrados, enmarcados por elementos de concreto armado (denominados confinamientos) en sus cuatro bordes. Estos elementos de concreto reforzado atienden todas las fuerzas de tracción (flexiones) y la parte de los esfuerzos cortantes que no resiste el muro de mampostería. Como tal es un material compuesto, cuyo diseño y cálculo se basa en las consideraciones ya señaladas para la albañilería simple y en las que corresponden al concreto armado.

Albañilería armada. El uso de albañilería armada es una conveniente y común práctica en nuestros tiempos, esto gracias a la capacidad de flexión y reforzamiento que

son adheridos a estos elementos, esto proporciona ductilidad y absorción de energía lo cual brida la capacidad de responder a situaciones correspondientes de áreas sísmicas.

Asimismo, un refuerzo mínimo es también usado para controlar fisuras debido a cambios de temperatura. Con albañilería armada se pueden hacer muros delgados y lograr sustanciales ahorros directos en el costo del muro. Además, se pueden hacer ahorros indirectos por disminuir masa e interpretar área de piso disponible.

Los muros de albañilería armada diseñados para resistir cargas laterales son usualmente construidos de unidades huecas. A través de sus celdas verticales se coloca el acero de refuerzo a flexión y luego se rellenan con mortero. El refuerzo horizontal se coloca entre las juntas en el mortero de pega y en unidades o bloques especiales que conforman una especie de viga intermedia para resistir esfuerzos cortantes. Usualmente, en celdas no ocupadas por el refuerzo vertical, se colocan los tubos verticales de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.

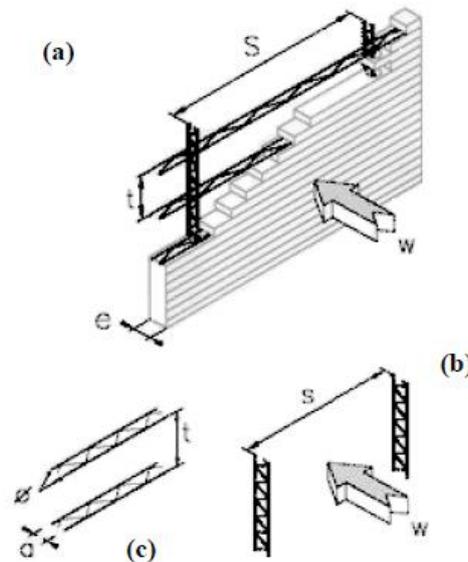


Figura 14. Muro reforzado con cerchas y costillas. Tomado de “Software para el diseño estructural de albañilería con fuerzas perpendiculares al muro”, por Gamarra, 2002, Universidad de Piura, Piura, Perú.

El diseño de la albañilería armada está basado en olvidar el esfuerzo de tensión en la albañilería contando con que el refuerzo resista toda la tensión. El diseño e albañilería parte de hacer algunas suposiciones, entre las cuales tenemos:

- Secciones planas antes de la flexión se mantienen planas después de la flexión.
- Los componentes de la albañilería se combinan para formar un componente homogéneo
- La fuerza es proporcional al esfuerzo.
- El módulo de elasticidad del refuerzo permanece constante durante todo el rango de trabajo de la carga.
- Las fuerzas de tensión serán resistidas únicamente por el refuerzo. El esfuerzo de tensión de las unidades, mortero, y concreto líquido no se consideran en el análisis y diseño por flexión.
- El refuerzo está completamente rodeado por el material de unión de la albañilería, y se asume la acción compuesta entre ambos materiales.

Además, se deben considerar una serie de características propias de este tipo de albañilería. Iniciemos por el enunciado de las características, más llamadas negativas.

a) Se requiere suficiente y balanceada cantidad y longitud de muros en las dos direcciones ortogonales del edificio, para lograr suficiente rigidez en ambos sentidos. La rigidez en una dirección no puede diferir en más del 20% de la rigidez en la otra dirección.

b) Son muros estructurales, es decir, soportan y transmiten cargas verticales y fuerzas horizontales. Por esta razón son inamovibles, es decir, no es permitido que una vez terminada la construcción el muro sea removido para unir dos espacios interiores. Tampoco deben ser picados para colocar tuberías de instalación.

c) En general se prefiere proyectar distancias cortas entre muros adyacentes que permitan diseñar placas de entrepiso económicas, de rápida y sencilla ejecución, comúnmente prefabricadas.

d) Requiere una cantidad importante de personal medianamente calificado (tipo oficial de construcción), en particular para la construcción de la mampostería.

e) No es conveniente su combinación con otros sistemas estructurales flexibles porque el comportamiento combinado bajo sismos obliga a tener precauciones de alto costo.

f) Puede ser inestable cuando, por accidente o ignorancia, se retira un muro portante en algún piso, o se afecta una placa entrepiso.

g) Por último, pero tal vez el aspecto más importante, requiere Supervisión Técnica permanente, puesto que diariamente se está construyendo estructura, y cada elemento que se coloca es parte fundamental de ella. Desde el bloque de perforación vertical, el mortero de pega, el refuerzo horizontal, los conectores entre muros, la limpieza de celdas, el refuerzo vertical, el mortero de relleno. En fin, todos los componentes son estructurales.

Asimismo, son reconocidas las características limitantes, se enuncian a continuación las cualidades positivas de la albañilería armada:

- Bajo costo de construcción, cuando se aplica en proyectos que reconocen y se benefician de sus propias limitantes.
- Alta velocidad de construcción.
- Como cualquier otro sistema estructural, cuando es bien diseñado y bien construido, es estable y capaz de soportar las cargas de diseño durante su vida útil prevista.
- Pocos tipos de materiales.
- Alta generación de empleo.
- Obliga a tener perfecta coordinación y definición de planos arquitectónicos, estructurales, y de instalaciones, puesto que no se puede romper los muros estructurales para colocar tubos.

2.2.3 La fábrica

La fábrica compone a la edificación o parte de ella realizada con piedra o ladrillo y argamasa. Se describe como material de fábrica como estructura de por sí, esta fábrica se realiza apilando o encimando estos elementos de manera ordenada con un pequeño mortero de fijación de esta manera en una edificación pueden presentarse distintos tipos de fábricas cumpliendo diferentes funciones, jugando papeles de resistencia (1).

Piedra. Es un elemento que a lo largo de la historia ha sido utilizado en distintos tipos de edificaciones, dejando de lado solo los de tipología disgregable, esta elección estuvo ligada a distintas consideraciones en cuanto a resistencia, factibilidad de labra y durabilidad. Otro punto para considerar fue la utilización que manejaría el material elegido

como por ejemplo la exposición a lluvias, heladas, cambio de temperatura, de esto que se realizaron pruebas para ver el comportamiento de este material a utilizar.

Las características más relevantes para tomar en consideración son la resistencia a compresión, baja resistencia a tracción y como ultima consideración se tuvo en cuenta el coeficiente de rozamiento (1).

<i>Fuente</i>	<i>Piedra</i>	Φ°	$\mu (= \tan \Phi)$
Rondelet	piedra caliza grano fino	30	0,58
Boistard	piedra caliza sup. picada	38	0,78
Regnier	madera sobre piedra	30	0,58
Perronet	piedra (sin especificar)	39	0,81
Rennie	granito	33	0,65

Figura 15. Coeficientes y ángulo de rozamiento entre las piedras. Tomado de “Analyse de la stabilité des ponts en maçonnerie par la théorie du calcul à la rupture”, por Huerta, 20004, Instituto Juan Herrera, Madrid, España

	σ_c (N/mm ²)	σ_t (N/mm ²)	E (kN/mm ²)	γ (kN/m ³)
Tiza	2–12	0,1 –1,5	2 –10	14,0
Caliza	7–40	0,5 –5	5 –30	21,0
Caliza compacta	40–100	4–15	30 –60	23,6
Esquistos	15–70	1–10	7 –50	22,2
Granito	60–180	6–15	15 –70	28,5
Cuarcita	80–300	7–20	25 –80	30,6

Figura 16. Resistencias mecánicas y peso específico de las piedras. Tomado de “Analyse de la stabilité des ponts en maçonnerie par la théorie du calcul à la rupture”, por Huerta, 20004, Instituto Juan Herrera, Madrid, España

Ladrillo. El término ladrillo se refiere a una piedra artificial fabricada teniendo como material principal a la arcilla, este ladrillo tuvo su primera concepción hace unos ocho milenios aproximadamente en Mesopotamia. Es desde ese entonces que el material ha tenido distintas variantes ya sea en forma, tamaño y fabricación.

Desde este punto es que se marcan diferencias puntuales en la fabricación de este elemento como por ejemplo son los ladrillos crudos o adobes los cuales son secados al sol y por otra parte se tienen los ladrillos cocidos. Asimismo, los ladrillos fabricados en la época romana presentan una resistencia a la compresión similar a los actuales ladrillos.

Mortero. Es denominado mortero o argamasa al elemento que se dispone entre las piedras o ladrillos, esto con la finalidad de dar cohesión a la fábrica. En un inicio los morteros empleados fueron los siguientes la tierra arcillosa, cal, mesclado cal apagada, arena y agua. En un inicio, fueron los romanos aquellos que fabricaron morteros de gran calidad e inventaron el mortero hidráulico aquel que logra fraguar con la ausencia de aire. La propiedad más significativa del mortero es la adherencia; esta debe ser suficientemente alta como para que esta o se desprenda de la piedra o ladrillo.

Propiedades mecánicas. Para la concepción de un tipo de categorización desde un punto de vista mecánico el material de fábrica, el comportamiento observado debería de presentarse de manera común en todas las fábricas.

Resistencia a compresión de las fábricas de piedra

A lo largo del siglo XIX se realizaron investigaciones tratando de caracterizar las propiedades mecánicas de las fábricas. La mayor parte de estas fueron direccionadas a obtener la resistencia de la fábrica en función a los elementos que lo conciben, de esto obtuvo como frutos las siguientes conclusiones que son de gran importancia:

- El agotamiento del mortero en las juntas de las fábricas se produce a tensiones muy superiores a la resistencia intrínseca del mortero, pero muy inferiores a la resistencia de la piedra.
- La tensión que produce la disgregación del mortero está en razón inversa que, al espesor de la junta, manteniendo constantes los otros factores.

- Las fábricas formadas por piedras colocadas sin juntas de mortero (a hueso) dan resistencias inferiores a las de la piedra, pero superiores a las de la fábrica con juntas de mortero.
- Las piedras unidas por una simple lechada de cemento parecen funcionar monolíticamente y dan resistencias semejantes a las de las piedras, y muy superiores a las de las fábricas con juntas de mortero.

Resistencia de las fábricas de ladrillo, hormigones y tapiales

Esta resistencia es regida por la tipología de elementos usados tanto en ladrillo como mortero y del espesor que se utilice en la junta de estos elementos. A lo largo de la historia se han empleado ladrillos de tipos y tamaños muy diversos, los cuales han sido encimados de distinta manera considerando cuál de estos tipos funciona mejor en la edificación que se propone. En cuanto a los hormigones realizados en la antigua roma se conoce que estos morteros son en resistencia comparables a los actuales morteros de cemento.

(14), ha realizado ensayos sobre 44 probetas distintas de hormigones romanos obteniendo resistencias de rotura comprendidas entre 6 y 46 N/mm², los valores más habituales entre 10 y 20 N/mm² (13).

Resistencia a tracción y cortadura

Este tipo de resistencia a la tracción de las fábricas depende, principalmente, de la adherencia que pueda lograr el mortero y la piedra o ladrillo. En cuanto a la resistencia de cortadura de una junta de mortero depende del esfuerzo de compresión, de la resistencia a cortante del mortero y del ángulo de razonamiento de la piedra o ladrillo. Por tanto, lo que evita el fallo por cortante o deslizamiento en la junta es el rozamiento entre los elementos. Los elevados coeficientes de rozamiento de las piedras hacen que este fallo sea muy improbable en las construcciones de fábrica.

2.2.4 Tipología de arcos

Según (11) existe una extensísima nomenclatura que nomina a un mismo arco de forma diversa según la cultura a la que nos asomemos para ello en este caso se utilizará como genérico los siguientes parámetros.

2.2.4.1. Nomenclatura en arcos de piedra.

Los arcos de piedra se realizan mediante mampuestos de piedra con poca labra que pueden ser manejados a mano, los sillares son de labra regular cuyas dimensiones y peso requiere el empleo de medios mecánicos, los sillarejos son de reducidas dimensiones y peso que permiten ser manejados de manera manual.

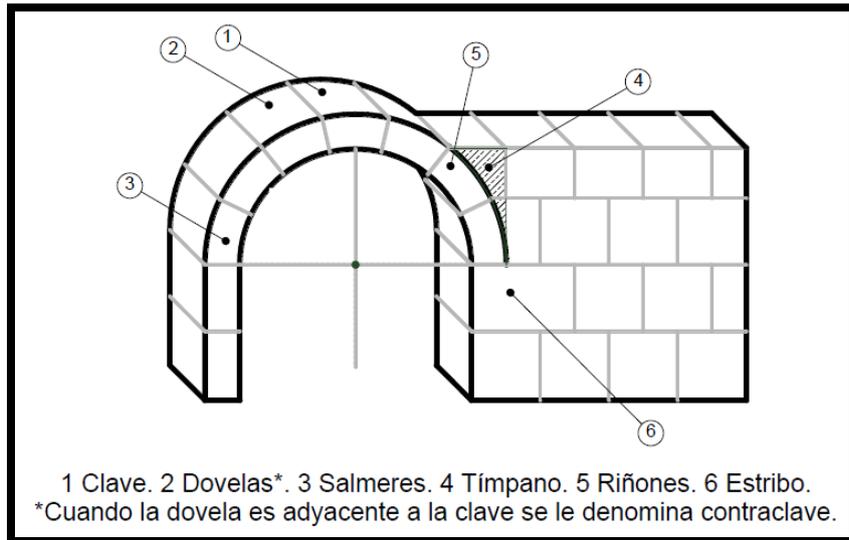


Figura 17. Partes de un arco de piedra. Tomado de “Geometría de los arcos”, por Sánchez, 2011, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Murcia, España.

La existencia de estas piezas establece una similitud con los arcos de ladrillo que es en las siguientes partes:

Dovelas. Son las piezas que conforman el arco.

Clave. Es la dovela central del arco.

Salmeres. Son las dovelas de arranque del muro.

Riñones. Son las partes centrales del arco.

Tímpanos. Es la parte del muro que descansa sobre los riñones del arco.

Estribo. Es la parte del muro sobre la que se apoya el arco.

2.2.4.2. Nomenclatura en arcos de ladrillo

En el caso de los arcos de fábrica de ladrillos la nomenclatura es la siguiente. Por una parte, las llagas son las juntas que se encuentran en planos paralelos al arco, los cuales tienen un espesor uniforme, así mismo los tendeles son juntas horizontales de espesor uniforme y por último las escopetas son las juntas de espesor variable que se aprecian en el plano contenido en el arco.

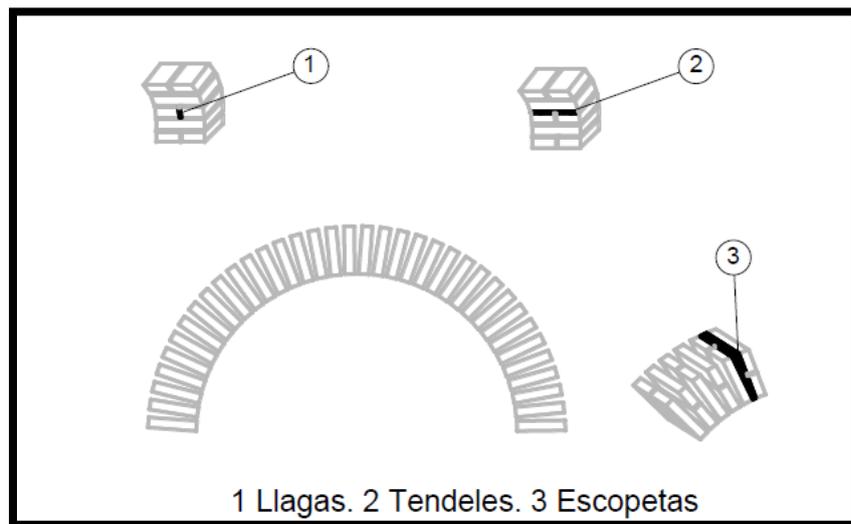


Figura 18. Partes de un Arco de Piedra. Tomado de “Geometría de los arcos”, por Sánchez, 2011, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Murcia, España.

Bajo estas condiciones es que nacen los distintos tipos de arcos como los siguientes:

Arco triangular. Se corresponde con una de las formas primitivas de construcción de arcos en la que se colocaban dos piedras diagonalmente una contra la otra sobre una abertura. No era previsible la sustentación de cargas si no que tenía como función la de dar cobijo más que la de servir como elemento ornamental o arquitectónico.

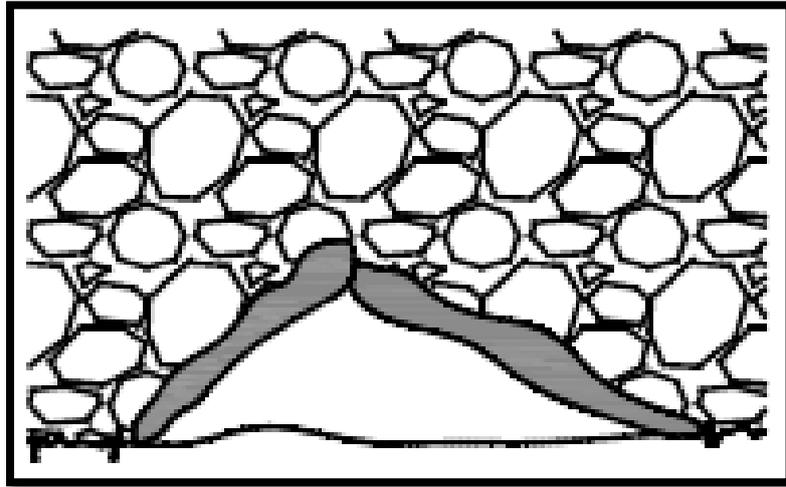


Figura 19. Arco triangular. Tomado de “Geometría de los arcos”, por Sánchez, 2011, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Murcia, España.

Arco rústico. Arco construido de piedra sin labrar tomadas con mortero de cemento o de cal. Este tipo de arcos se presentaba en ocasiones tomado con ripios o esquirlas para su concepción. En algunas ocasiones los mampuestos se realizaban a medio labrar, pero sin llegar al nivel de acabado de los sillarejos. Además, la forma a la que habitualmente tienden este tipo de arcos es hacia arcos de medio punto, encontrándose también arcos peraltados y rebajados, más propios de una improvisación constructiva que de una planificación o diseño.

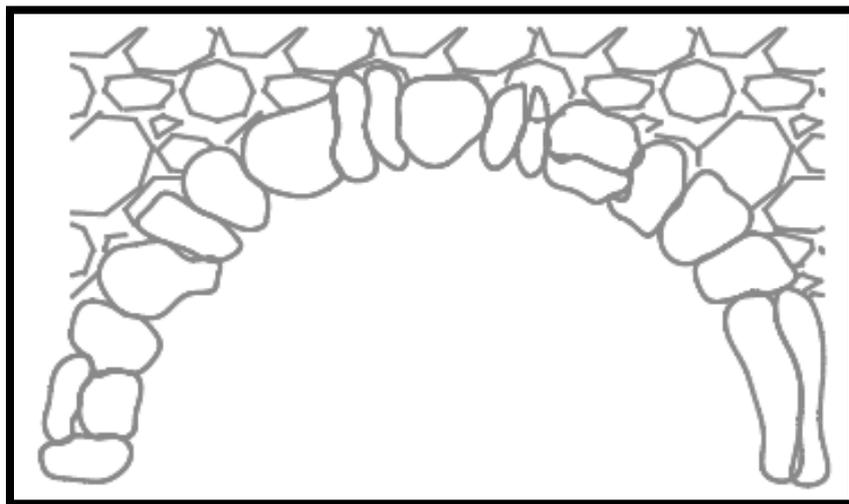


Figura 20. Arco rústico. Tomado de “Geometría de los arcos”, por Sánchez, 2011, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Murcia, España.

Arco de medio punto. Es un arco de un solo centro situado en la línea de arranques, sobre el eje de simetría, cuyo radio es la semiluz del arco. Si se trata de un arco para establecer un paso en un muro (o pared) de un recinto cubierto, si la luz es excesiva se puede dar la circunstancia de que la línea de arranques se encuentre a una altura sobre el suelo inferior a 1,70 m, con lo que el paso útil se ve reducido.

Arco rebajado. Para evitar el inconveniente descrito en el apartado anterior se puede recurrir a un arco rebajado, que está constituido por un arco de circunferencia cuya flecha es inferior a la semiluz, y radio mayor que esta. Este arco se traza desde uno o más centros situados por debajo de la línea de arranques. Asimismo, para construir este tipo de arco necesitamos conocer la línea de arranques y el vértice del arco.

Arco escarzano. Es un caso particular de arco rebajado, en el que el vértice no está predefinido, si no que surge del propio trazado. Este arco se desarrolla a partir de un triángulo equilátero que se apoya en la línea de arranques.

Arco de Herradura. Arco cuya luz se amplía por encima de la línea de arranques terminando en un vértice redondeado. Generalmente, es un arco con un trazo de circunferencia, existiendo también el caso de arco morisco trespuntado, cuyo vértice se forma por la intersección de dos arcos, que fue de los primeros arcos apuntados, evolucionando con posterioridad a arcos ojivales.

Arco ojival. Se conoce también como arco apuntado cumplido, arco gótico o arco apuntado equilátero. Es un arco en el que las cuerdas de las curvas del arco se equiparan a la luz del mismo poseyendo, por tanto, dos centros y dos radios iguales. Un caso particular de este arco es el arco visigótico, en el que el vértice es sustituido por un vértice redondeado.

Arco turco. Este arco es similar al arco ojival rebajado, pero con los centros más próximos al eje de simetría del arco siendo, por tanto, su aspecto más próximo al arco de medio punto.

Arco morisco trespuntado. Este arco es similar al ojival túmido, pero en el que los arranques se unen a los tramos superiores mediante arcos.

Arco de herradura por arcos secantes. Este arco, de extraordinaria simpleza, enriquece los arranques con el efecto de una moldura, que en realidad es la intersección de dos arcos. Es el arco árabe típico.

Arcos inclinados. Estos arcos se caracterizan por que sus arranques se sitúan a distinto nivel. Su empleo se justificaba en la construcción de escaleras, así como contrafuertes

Arco rampante, tranquil o botarel. Este tipo de arco surge como una obra de albañilería a modo de medio arco apoyada en la parte exterior de un edificio que recibe el empuje interior descargándolo en los contrafuertes. Estos métodos se generalizaron en la construcción de escaleras formadas por tres rasillas de ladrillo, en la que la primera hilada se ajustaba al arco y realizaba una función de encofrado perdido.

Arco inclinado mediante enlaces. Este tipo de arco es recurrente, puesto que se ha desarrollado habitualmente a pie de obra en aquellas situaciones en las que no se dominaban las técnicas anteriores. Consiste en trazar un arco tangente a dos curvas situadas a distinto nivel.

Arco asimétrico. Este tipo de arco responde a la necesidad de resolver un problema constructivo propio de puntos de arranque a distinto nivel, pero con cotas no excesivamente distantes. No es un arco que se pretenda dejar visto, sino más bien oculto entre elementos propios de la construcción y ornamentales.

2.2.5 Peso por m²

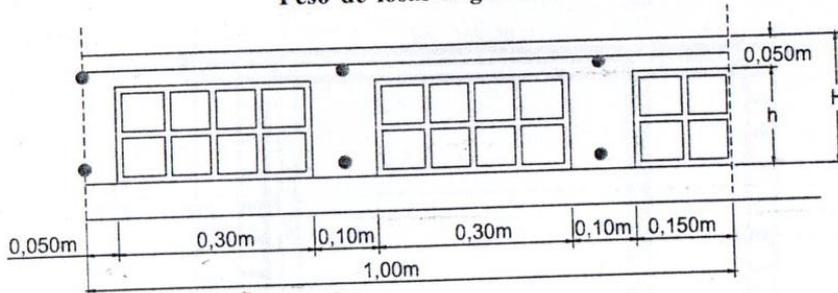
En la obra "Diseño de estructural de viviendas económicas", se intenta crear una guía para que el encargado del diseño estructural pueda realizarlo de manera eficiente, esta investigación se enfoca en cuatro puntos a considerar los cuales son, los conceptos teóricos de estructuración, predimensionamiento, metrado de cargas e idealización estructural, terminando con una propuesta del diseño básico de una vivienda de 30.00 m² de acuerdo a las normas de diseño sismo resistente y de albañilería del reglamento nacional de edificaciones (15).

Evocándonos al peso por m², nos centramos en el desarrollo del metrado de cargas para calcular el peso de una estructura de albañilería en este punto el autor plantea dos

ejemplos los cuales muestran el análisis por m2 de los elementos vinculantes al cálculo de cargas de una edificación.

EJEMPLON° 1:

METRADO DE CARGAS
Peso de losas aligeradas



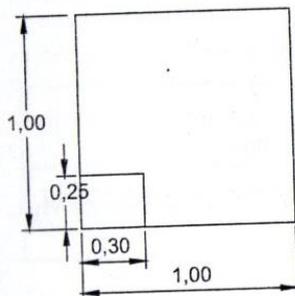
a) Para losa aligerada de:

h = ladrillo (H - 0,05)	Peso propio kg/m ²	RNC
0.17	247	280
0.20	284	300
0.25	345	350

Para losa de h=0.25 el ladrillo pesa 10.5 kg.

H=0.25 ladrillo 0.20m x 0.30m x 0.25m

$$2400[0.05 \times 1.00 \times 1.00 + (0.20 \times 0.10 \times 1.00)2.5] + 4 \times 2.5 \times 10.5 = 240 + 105 = 345 \text{ Kg/m}^2$$



Para losa de h=0.20, el ladrillo pesa 7.4 Kg.

$$\text{Peso} = 2400[0.05 \times 1.00 \times 1.00 + 0.15 \times 0.10 \times 1.00)2.5] + 4 \times 2.5 \times 7.4 = 210 + 74 = 284 \text{ Kg.}$$

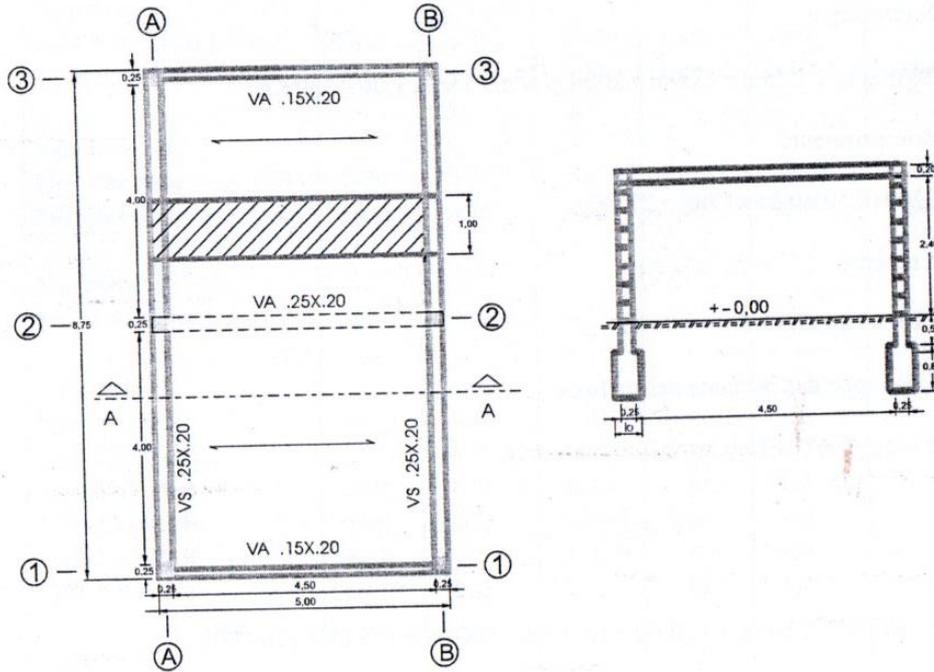
Para losa de h=0.17, peso de ladrillo = 5.5Kg.

$$\text{Peso} = 2400[0.05 \times 1.00 \times 1.00 + 0.12 \times 0.10 \times 1.00)2.5] + 4 \times 2.5 \times 5.5 = 247 \text{ Kg.}$$

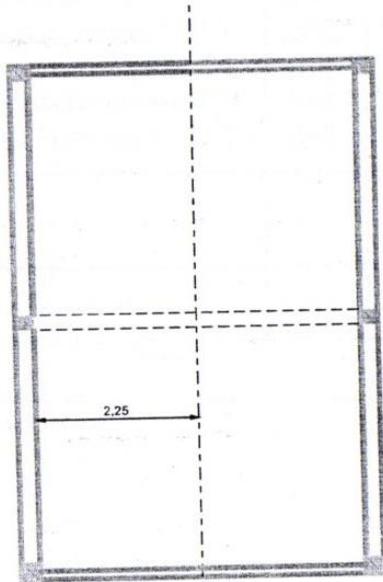
Figura 21. Metrado de cargas en una losa aligerada típica. Tomado de "Diseño estructural de viviendas económicas", por Delgado, 2006, Edicivil S.R.Ltda., Lima, Perú.

EJEMPLON° 2:

Metrado de cargas de una estructura de albañilería para hallar el ancho de cimentación.



Tomamos un metro de ancho típico



- Cargas que recibe el muro A-A, B-B
- Cargas permanentes
- Peso de losa aligerada
 $300\text{Kg/m}^2 \times 2.25 \times 1.00 = 675.00 \text{ Kg.}$
 - Peso de ladrillo pastelero
 $100\text{Kg/m}^2 \times 2.25 \times 1.00$
 $+ 100\text{Kg/m}^2 \times 0.25 \times 1.00 = 250.00 \text{ Kg.}$
 - Peso de la viga solera
 $2400\text{Kg/m}^2 \times 0.25\text{m} \times 0.20\text{m} \times 1.00 =$
 120.00 Kg.

Figura 22. Metrado de cargas de una estructura de albañilería para hallar el ancho de cimentación. Tomado de "Diseño estructural de viviendas económicas", por Delgado, 2006, Edicivil S.R.Ltda., Lima, Perú.

Peso de muro

$$1800\text{Kg/m}^2 \times 0.25\text{m} \times 2.40\text{m} \times 1.00 = 1080.00 \text{ Kg.}$$

Sobrecarga

$$200\text{Kg/m}^2 \times 2.25\text{m} \times 1.00\text{m} + 200\text{Kg/m}^2 \times 0.25\text{m} \times 1.00 = 500 \text{ Kg.}$$

Sobrecimiento

$$2200(0.50 \times 0.25 \times 1.00) = 275 \text{ Kg.}$$

Cimiento

$$2200(0.80 \times b \times 1.00) = 1760b \text{ Kg.}$$

Si la capacidad portante del suelo es:

$$\sigma = 1\text{kg/cm}^2 \quad \text{El ancho del cimiento será}$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$P = 675.00 + 250.00 + 120.00 + 1080.00 + 500.00 + 275.00 + 1760.00b$$

$$P = 2900.00 + 1760.00b$$

$$\sigma = 1.00 \times 10^4 \text{ kg/m}^2 = \frac{2900.00 + 1760.00b}{(b)(1)}$$

$$b = 0.3519\text{m}$$

El ancho del cimiento será de 0.40 m.

Figura 23. Metrado de cargas de una estructura de albañilería para hallar el ancho de cimentación. Tomado de "Diseño estructural de viviendas económicas", por Delgado, 2006, Edicivil S.R.Ltda., Lima, Perú.

2.2.6 Prefabricación

La prefabricación es un sistema que permite realizar, por medio de elementos estandarizados fabricados de antemano, un montaje realizado según el diseño o planificación pertinente (16).

Así mismo, los prefabricados son piezas previamente manufacturadas de lo cual se obtiene un elemento que cumple con los estándares requeridos por el solicitante, de esta manera el elemento prefabricado es llevado a obra, utilizando maquinaria para su transportación, colocación y poder ensamblar.

2.2.6.1. Clasificación

Elemento simple. Es un prefabricado que no lleva ningún tipo de refuerzo, es un elemento de concreto como si fuera una losa siendo de dimensiones menores a los de otros elementos prefabricados, esto debido a que va a contener, recibir cargas y los esfuerzos que se da tanto en el elemento como en el mismo material haciendo que se trabaje conjuntamente.

Elemento reforzado. Es el elemento al cual se le aplican esfuerzos internos, a fin de reducir los esfuerzos potenciales de tensión derivados de las cargas que resulten de dicho concreto.

Elemento pretensado. Método de presfuerzo en el cual los cables se tensan antes de la colocación del concreto; este proceso es el más utilizado en el campo de la prefabricación, ya que permite su creación en serie y de este modo logrando así que el proceso sea más económico.

La prefabricación es el único modo industrial de acelerar masivamente la construcción de edificaciones, siendo una opción en la concepción de materiales alternativos que dan como resultado sistemas de construcción de bajo costo (17).

La prefabricación se dio en tiempos anteriores incluso a la industrialización, se tiene como primer elemento de la construcción prefabricada al ladrillo, el cual es un producto elaborado fuera de la obra con sistemas que se han prolongado a través del tiempo. En este sentido se encuentran vestigios de prefabricación en todas las épocas históricas; los bloques de piedra con que fueron construidas las primeras pirámides

egipcias fueron traídas desde distintos lugares para ser montados según un programa prefijado, así mismo se dio en Grecia donde se conoce que los bloques de piedra fueron realizados en lugares alejados de la ubicación final de la obra (17).

. 2.2.6.2. Tipos de elementos prefabricados

Según el grado de prefabricación. Se conocen dos tipos de elementos prefabricados según el grado, el primero es el prefabricado total que es aquel que compromete todo el elemento prefabricado de manera íntegra, y el segundo es el parcial, el cual tiene una parte prefabricada y no realizada de manera íntegra.

Según su función. Se conocen tres tipos según la función que desempeñan. El primer tipo cumple la función de resistencia, el cual tiene un comportamiento estructural, el segundo tipo es de cerramiento, el cual sirve para definir área, límites y demás casos en que este tipo pueda ser de utilidad, y como último tipo se tiene al ornamental, el cual cumple una función decorativa primordialmente.

Según su tamaño. Se conocen dos tipos principalmente en cuanto a la envergadura del elemento clasificándose en livianos y pesados.

Según la forma. Se conocen tres tipos de prefabricados según la forma, los cuales son los lineales, bloques y superficiales.

Según la tipificación. Los tipos de prefabricados según la tipificación son los siguientes, los normalizados, tipificados e individuales.

2.2.6.3. Las cimbras

Las cimbras son armaduras provisionales de carpintería de madera, que son empleadas regularmente para sostener elementos constructivos como el arco y la bóveda esto hasta que los materiales logren una consistencia suficiente y pueda realizarse el descimbrado (18).

Elementos componentes. Las cimbras están compuestas de la cercha o armadura y el revestimiento o superficie de asiento del arco. Las cerchas están formadas por dos o más elementos de madera que son clavados o ensamblados, de un plano vertical este sería el elemento vertical. El entramado usado en estos elementos que constituye el

trasdós de la cimbra es un elemento que permite el atado o unión con más cerchas y por último se tiene el revestimiento que viene a ser el elemento integrador formado por tablas o listones que clavados sobre las correas dan la forma final que se quiere lograr y resisten el peso de la estructura hasta su posterior descimbrado.

Clases de cimbras. Las cimbras se dividen en las siguientes tipologías teniendo en cuenta las siguientes características:

- **Cimbra fija.** Es aquella cimbra que se apoya en puntos intermedios entre los estribos, ya sea del arco o bóveda.
- **Cimbra volante.** Es aquella cimbra que tiene como apoyo los estribos.
- **Cimbra mixta.** Es aquella cimbra que si bien tiene apoyo en los estribos también lo pueden tener apoyos intermedios.
- **Cimbra giratoria.** Son las cimbras que pueden ser trasladadas alrededor de un eje a medida que la obra avanza.
- **Cimbran suspendida.** Es aquella cimbra que están sostenidas en el espacio a cubrir con el uso de arcos o bóvedas en su defecto.

2.2.7 Construcción de vanos arquitectónicos

Construcción

Según (19), el Reglamento Nacional de Edificaciones (norma G 0.40) se dice de construcción al proceso de ejecución de obras de habilitación urbana o edificación hasta su finalización (19).

Vanos arquitectónicos

Un vano es un elemento arquitectónico hueco en un muro con la intención de iluminar, ventilar y dar comunicación entre los espacios de una edificación. Estos elementos tienen gran importancia, es por esta razón que deben de ser dimensionados de manera correcta, teniendo en consideración la calefacción, iluminación, ventilación y refrigeración (20). Se puede decir que la superficie acristalada mínima recomendable oscila entre el 35% y el 50% de la superficie de la fachada. Asimismo, la superficie debe ser lo más amplia posible para aumentar la cantidad de luz disponible al interior, teniendo especial cuidado en conservar la masa térmica requerida para el buen funcionamiento y gestión energético del edificio (20).

Además, la proporción y forma del vano tienen gran importancia, pues uno alargado proporciona iluminación de manera más homogénea, un vano a media altura en la pared iluminara de manera eficiente a una mesa situada cerca de la misma, y un vano ubicado en la parte alta de una pared iluminara mejor a una mesa ubicada al otro extremo de la misma.

Históricamente, los vanos servían mucho más para la ventilación de los espacios que para el aprovechamiento de la luz del día. De esta manera, se formó una concepción integral del edificio, esto debido a que las características y el efecto de la luz diurna era el único medio de asegurar una iluminación suficiente. Luego, con la revolución industrial se hizo posible aberturas mayores y envolventes de los edificios; con la ayuda del vidrio y hierro. A partir de ese momento se dejaron de utilizar muros ciegos portantes, las cubiertas se podían cubrir enteramente con vidrios, lo cual dio nacimiento al muro cortina, esto hizo posible una fachada de vidrio y acero independiente de la construcción portante y la invención del aire acondicionado.

Para poder realizar un proyecto de iluminación natural preciso, la ciencia ha desarrollado métodos de cálculo y medición considerando el siguiente criterio el cual es que mientras más vidrios, materiales y estrategias nuevas salgan a la luz más importantes serán las herramientas de simulación que faciliten la planificación de sistemas más complejos.

Dentro de la historia de la arquitectura del mundo antiguo, de forma continua y tradicional se realizaba el distinguo de arquitectura con arquitrabes o con arcos. La diferencia fundamental entre estos dos métodos de elaboración de vanos fue la utilización de dinteles y arcos, el primer método guarda relación con el mecanismo de la viga y el segundo método con el arco, con las demandas en cuanto a la flexión y compresión que cada sistema enfrenta respectivamente (21).

Los huecos se practican en los muros con la finalidad de resolver al menos tres necesidades básicas como iluminar, ventilar y comunicar. Asimismo, el vano es siempre físico y mecánicamente es una perforación practicada en un macizo que origina al aumentar su anchura la aparición de un elemento superior de cierre, soporte las cargas y las transmita a los apoyos extremos (21).

Los elementos constructivos de cierre superior de los vanos fueron básicamente:

- Dintel. Elementos de trayectoria recta, que soporta y transmite las cargas a los apoyos extremos, solicitud a flexión.

- Arco. Elemento de trayectoria recta, que soporta y transmite a los apoyos, solicitado a compresión.

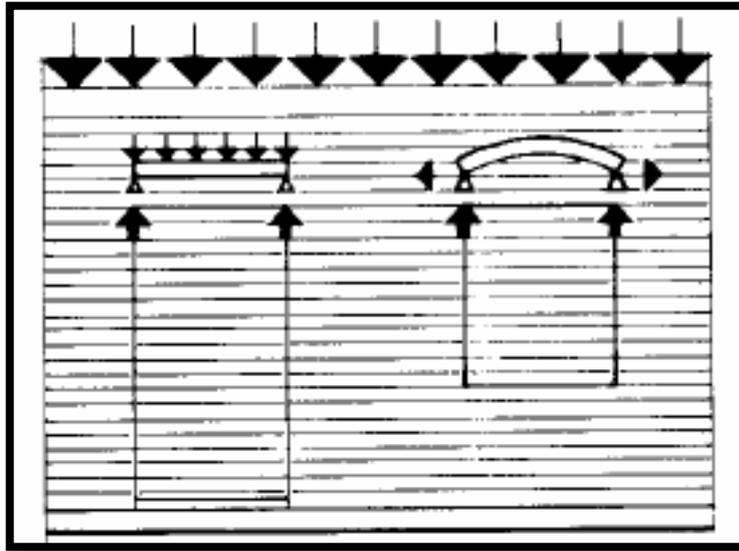


Figura 24. Análisis de fuerzas en los elementos de soporte superior del vano. Tomado de “E.T.S.A. C.A.I. Introducción a la construcción arquitectónica”, por García y otros, 2002, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Los términos de los diferentes elementos de un vano son los siguientes:

- Jambas. Elementos verticales que delimitan un hueco
- Alfeizar. Plano que encierra u hueco en su parte inferior
- Antepecho. Pieza horizontal inferior de una ventana
- Umbral. Parte interior del hueco de la puerta
- Recargado: Es el conjunto de piezas que conforman el hueco, dintel, jambas y alfeizar o umbral.
- Mocheta. De forma genérica es el grueso aparente de las jambas del hueco, siendo el quicio el conjunto de toda la mocheta.

El quicio puede presentar el plan de diversas partes:

- Derrame: Es la jamba oblicua a los paramentos del muro
- Caja: El alojamiento previsto para recibir la carpintería del hueco.
- Telar: La parte ortogonal de la mocheta que completa el abocinado del hueco

2.2.8 Resistencia

La resistencia es la capacidad de una estructura o de alguna de sus miembros, para soportar sin romperse, bajo la acción de cualquier carga a la que pueda ser sometida (1).

El paso previo a la elaboración de una teoría de las estructuras de fábrica es el siguiente: Como se ha dicho, la tendencia actual es caracterizar un material en primer lugar por su resistencia (a esfuerzos de compresión, tracción y cortadura), atribuyéndole, además, unas propiedades constitutivas (en general, unas constantes elásticas) que permitan su análisis estructural, muy probablemente empleando un programa de ordenador.

De esta manera podríamos analizar la fábrica como un elemento para un tipo de piedra, ladrillo o mortero de concreto, de esta manera podríamos conocer las propiedades de estos elementos. La resistencia a compresión de las fábricas de piedra para observar el comportamiento de las fábricas de piedra se realizaron pruebas de resistencia.

Tourtay realizó unos ensayos tratando de estimar la influencia del espesor de las juntas de mortero sobre la resistencia de las fábricas. Las experiencias consistieron en ensayos a rotura de bloques de piedra de distintos tipos, intercalando juntas de espesor y composición variables. Las probetas estaban compuestas por dos semibloques paralelepípedicos de 10 cm de lado y 5 cm de altura; la junta se disponía entre ambos. Se ensayó asimismo un bloque cúbico de 10 cm de lado y bloques cúbicos de mortero de 6 cm de lado, esto nos dejó como conclusión (3).

El agotamiento del mortero en las juntas de las fábricas se produce a tensiones muy superiores a la resistencia intrínseca del mortero, pero muy inferiores a la resistencia de la piedra. Asimismo, la tensión que produce la disgregación del mortero está en razón inversa del espesor de la junta, manteniendo constantes los otros factores. Las fábricas formadas por piedras colocadas sin juntas de mortero dan resistencias inferiores a las de la piedra, pero superiores a las de la fábrica con juntas de mortero.

Las piedras unidas por una simple lechada de cemento parecen funcionar monolíticamente y dan resistencias semejantes a las de las piedras, y muy superiores a las de las fábricas con juntas de mortero. Así, pues, se concluye que el aumento del espesor de las juntas disminuye la resistencia de la fábrica.

La resistencia a compresión de las fábricas de ladrillo, hormigones y tapias es la siguiente: Las resistencias de las fábricas de ladrillo, hormigones y tapias dependen del tipo de ladrillo y de mortero, y del espesor de las juntas. A lo largo de la historia se han empleado ladrillo de tipos y tamaños muy diversos, aparejados de muchas formas.

Casi la única ley común a todos los aparejos es la necesidad de matar las juntas. En general, el espesor de las juntas es una fracción del espesor del ladrillo, pero en ocasiones puede ser del mismo orden, o incluso mayor, como sucede, por ejemplo, en numerosos aparejos bizantinos. Dado que los ladrillos antiguos presentan resistencias de compresión análogas a los modernos, la resistencia de las fábricas de ladrillo debe ser del mismo orden, esto es, entre 2 y 10 N/mm².

Los hormigones, los ensayos realizados sobre hormigones romanos demuestran que estos alcanzaban resistencias comparables a los hormigones modernos de cemento.

Lamprecht ha realizado ensayos sobre 44 probetas distintas de hormigones romanos obteniendo resistencias de rotura comprendidas entre 6 y 46 N/mm², los valores más habituales entre 10 y 20 N/mm² (2). La tapia o tapial es mucho menos resistente que se empleó en la fabricación de muros, por supuesto la resistencia dependerá mucho de la constitución y de la forma de fabricación.

Da un valor de 1,1 N/mm² en una de sus tablas resistencia a tracción y cortadura. La resistencia a tracción de las fábricas depende, principalmente, de la adherencia entre el mortero y la piedra o ladrillo. Como se ha visto, la fuerza de adherencia es prácticamente despreciable y, en general, se ha considerado siempre que la resistencia a tracción de las fábricas es nula (22). Algunas fábricas, por su aparejo, presenta una resistencia a tracción apreciable en los ensayos de laboratorio. Este es el caso de los hormigones romanos y de las fábricas tabicadas.

Obtuvo resistencias de rotura a tracción de unos 2 N/mm². La resistencia a tracción de un buen hormigón romano puede ser del mismo orden. No obstante, aún en estos casos se ha despreciado la resistencia a tracción de la fábrica que, debido a su carácter frágil, sería muy poco fiable (1).

Análisis límite de estructuras de fábrica (1) ha sistematizado estas afirmaciones para incluir la teoría de las estructuras de fábrica dentro del análisis límite concluyendo en las siguientes afirmaciones (1).

- La fábrica tiene una resistencia a compresión infinita.
- La fábrica no tiene resistencia a tracción.
- El fallo de una sección: superficie de cadencia

Si el material es infinitamente resistente y no hay posibilidad de deslizamiento, cabría preguntarse cómo puede fallar un macizo de fábrica. La cuestión ha sido estudiada en detalle, dentro del marco del análisis límite.

La clave está en la incapacidad para resistir tracciones, se tuvo en consideración un elemento de fábrica compuesto por una serie de piedras o dovelas (23).

Los principios del análisis límite antes enunciados permiten aplicar las ideas del análisis límite al caso de estructuras de fábrica. Asimismo, la consideración de un material infinitamente resistente a compresión, sin resistencia a tracción, y sin posibilidad de fallo por deslizamiento, lleva a una superficie de cadencia formada por dos rectas. Para cumplir la condición de cadencia basta, pues, con que los esfuerzos no se salgan de los límites de la fábrica.

2.2.9 Proceso constructivo

El proceso constructivo es una serie de procedimientos que se deben seguir al momento de construir una edificación con el objetivo de hacer estos procedimientos de forma eficiente y organizada para ahorrar tiempo, y dinero (24).

Se expone principalmente dos formas de enfrentarse a la construcción de un arco, teniendo como primer tipo al proceso que consiste en utilizar un medio de sacrificio que sea capaz de resistir todo el peso del arco hasta que este realizado en su totalidad y sea capaz de soportarse por sí mismo. Este método fue la cimbra, aquel que fue utilizada desde la concepción de los primeros arcos de piedra de la antigüedad clásica.

El otro planteamiento constructivo busca el aprovechamiento de la capacidad resistente de las secciones parciales de la estructura durante la etapa de construcción, este

se realiza a través de esquemas estructurales evolutivos culminado en el cierre de una estructura que alberga el arco ya conformado.

Bajo este sistema se abstiene de usar elementos resistentes y dispositivos auxiliares centrándose así en la utilización de voladizos sucesivos. A finales del siglo XIX, con la construcción del puente sobre el río Mississippi en San Luis, cuando se utilizó por primera vez el sistema expuesto



Figura 25. Puente de los Franceses. Tomado de “Construcción de puentes de arco”, por Viartola, 2015, Pepa Cassinello Plaza, Madrid, España.



Figura 26. Puente Lupo. Tomado de “Construcción de puentes de arco”, por Viartola, 2015, Pepa Cassinello Plaza, Madrid, España.

Con la aparición del hormigón, “piedra hecha por el hombre” que mencionó Steinman, los arcos construidos con este nuevo material adoptaron la tecnología clásica usada en los puentes de piedra, a los que se asimilaban inicialmente.

La madera, que casi había desaparecido como material de construcción de puentes, encuentra en las cimbras, particularmente en las cimbras para arcos de hormigón, una nueva oportunidad de desarrollo. Surgieron diversas tipologías de cimbras, desde las clásicas de palizadas con pies derechos o de recogida, a cimbras de celosía más evolucionadas.

Asimismo, la cimbra del puente de Salginatobel en Suiza sirve de ejemplo para evidenciar cómo se incrementaban las dificultades para materializar la cimbra conforme aumentaban la luz y la altura del arco, y cómo el problema para la construcción del arco residía, básicamente, en la construcción de la cimbra.

Estas nuevas exigencias hicieron que se volcaran en el diseño de las cimbras grandes dosis de ingenio, probablemente mayores que en el de la estructura definitiva del arco al que sirven, dando lugar a estructuras magníficas que por desgracia estaban condenadas a desaparecer.

Las cimbras

Las cimbras son armaduras provisionales de carpintería de madera, que son empleados regularmente para sostener elementos constructivos como el arco y la bóveda esto hasta que los materiales logren una consistencia suficiente y pueda realizarse el descimbrado (18).

Elementos componentes. Las cimbras están compuestas de la cercha o armadura y el revestimiento o superficie de asiento del arco. A su vez, las cerchas están formados por dos o más elementos de madera que son clavados o ensamblados, de un plano vertical este sería el elemento vertical. El entramado usado en estos elementos que constituye el trasdós de la cimbra es un elemento que permite el atado o unión con más cerchas y por último se tiene el revestimiento que viene a ser el elemento integrador formado por tablas o listones que clavados sobre las correas dan la forma final que se quiere lograr y resisten el peso de la estructura hasta su posterior descimbrado.

Clases de cimbras. Las cimbras se dividen en las siguientes tipologías teniendo en cuenta las siguientes características:

- **Cimbra fija.** Es aquella cimbra que se apoya en puntos intermedios entre los estribos ya sea del arco o bóveda.
- **Cimbra volante.** Es aquella cimbra que tiene como apoyo los estribos.
- **Cimbra mixta.** Es aquella cimbra que si bien tiene apoyo en los estribos también lo pueden tener apoyos intermedios.
- **Cimbra giratoria.** Son las cimbras que pueden ser trasladadas alrededor de un eje a medida que la obra avanza.
- **Cimbran suspendida.** Es aquella cimbra que están sostenidas en el espacio a cubrir con el uso de arcos o bóvedas en su defecto.

En la antigüedad el cálculo tradicional de bóvedas y estribos estaba dictado bajo la experiencia. Estas Observaciones cristalizaron en una serie de preceptos aplicables a los tipos estructurales más usuales en cada momento histórico. Así, los arquitectos romanos daban casi siempre al espesor del tambor que soportaba una cúpula de hormigón $1/7$ de la luz y esta proporción se verifica en numerosos edificios de tamaños muy diferentes. Los maestros góticos solían dar a sus estribos alrededor de $1/4$ de la luz de la nave central y,

en el Renacimiento y barroco los arquitectos daban a los estribos de sus bóvedas de cañón algo más de $1/3$ (1).

El empleo de este tipo de reglas geométricas fue dado en la antigüedad clásica hasta nuestros días. Las reglas solo recogen una pequeña parte del conjunto muy amplio de conocimientos que es preciso tener para construir un edificio abovedado. En particular, la estructura no solo debe ser estable cuando está terminada sino también en cada una de las fases de su construcción. Por otro lado, la fábrica debe adquirir resistencia con la suficiente rapidez y para ello se emplea en cada caso el aparejo adecuado.

Asimismo, las reglas tradicionales de cálculo se refieren a la geometría de tipos estructurales concretos. Son una codificación de las proporciones de estructuras estables y se aplicaban en el contexto de un conjunto de conocimientos mucho más extensos. Solo un maestro con experiencia podía enunciarlas y aplicarlas, o apartarse a ellas cuando lo consideraba conveniente. La flexibilidad en su empleo queda demostrada por la diversidad enorme que se encuentra dentro de cada tipo.

2.2.10 Costo de construcción

Para el costo de obra de una actividad va ser necesario determinar los precios unitarios, los cuales muestran de forma detallada el valor de cada unidad de obra y de los elementos que la constituyen, de esta forma se convierte en la mejor herramienta para analizar cada elemento y buscar optimizarlo desde la perspectiva de mejorar rendimientos y reducir costos. Asimismo, el resultado del producto entre los metrados y precios unitarios definirá el costo directo de cada partida y del conjunto de ellas. Finalmente, el presupuesto es completado con los costos indirectos obteniendo como resultado el costo total de la obra, el cual servirá de base para las futuras valorizaciones y avances físicos de obra (25).

2.2.10.1 Costos directos

El costo directo es la suma de los costos de materiales, mano de obra, equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra. Estos costos directos que se analizan de cada una de las partidas conformantes de una obra pueden tener diversos grados de aproximación de acuerdo al interés propuesto.

La metodología para llegar a la determinación del costo unitario directo en las diversas partidas que conforman la obra de edificación son las mismas que deben tomarse

de modo referencia teniendo en consideración que cada analista de costos elaborará el costo unitario directo de cada partida en función de las características de cada obra y específicamente de materiales, rendimiento de mano de obra de la zona y equipo a utilizar.

2.2.10.2 Costos indirectos

Son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra y los cuales se clasifican en lo siguiente:

Gastos generales. Son aquellos gastos que efectúa el contratista durante la construcción, derivados de la propia actividad empresarial del mismo, por este motivo estos gastos no pueden ser incluidos dentro de las partidas de obra. En términos globales se refiere a los gastos de toda obra que en general pueden considerarse como relativo a las oficinas principales. Además, incluirán obligaciones laborales de suma fija sean contractuales o legales como pasajes por traslado de personal de un lugar a otro de la república.

Utilidad. Es la ganancia que se obtiene por la realización de un bien, servicio o inversión.

2.2.11 Modulación constructiva

Los últimos años la economía ha influenciado en la concepción de una nueva idea de comercio basado en la industrialización. Este proceso consiste en producir aisladamente y en masa cada componente de un producto, diferenciarlos y hacerlos compatibles entre sí; después combinarlos al gusto del cliente (26).

En la aplicación a la arquitectura es denominado arquitectura modular que se entiende por la conformación de estructuras mediante unidades más básicas llamados módulos, dando opciones más económicas y sobre todo con un mejor tratamiento del espacio.

La teoría de los policubos es una rama matemática enfocado en el comportamiento de unidades modulares cúbicas, tal que unidades por sus caras configuran formas de espacio tridimensional, esta es la base de la arquitectura modular. Asimismo, los conjuntos formados por este tipo de criterio reciben el nombre de poliominos o policubos, podemos

formar conjuntos infinitos de unidades y con estos, formar estructuras, a razón del diseño deseado.

Además, la arquitectura modular busca la sencillez de sus formas y componentes, tanto es así que su polícubo más utilizado provendrá de un conocido rompecabezas tridimensional creado por Piet Hein, el cubo Soma, de matriz cúbica (3x3x3), compuesto de 27 unidades básicas que se agrupan a su vez en 7 polícubos diferentes. Este *puzzle* ofrece 240 combinaciones diferentes hasta llegar a la solución del cubo, por lo que en arquitectura despierta un gran interés.

Los polícubos se pueden clasificar según el tipo de estructura que forman mediante su unión o sustracción:

- Aquellos que se forman sobre uno de los ejes coordenados
- Aquellos que se forman sobre dos de los ejes coordenados.
- Los polícubos cúbicos.
- Los polícubos que se disponen como prismas cuadrangulares.
- Aquellos que forman estructuras abstractas de unidades.

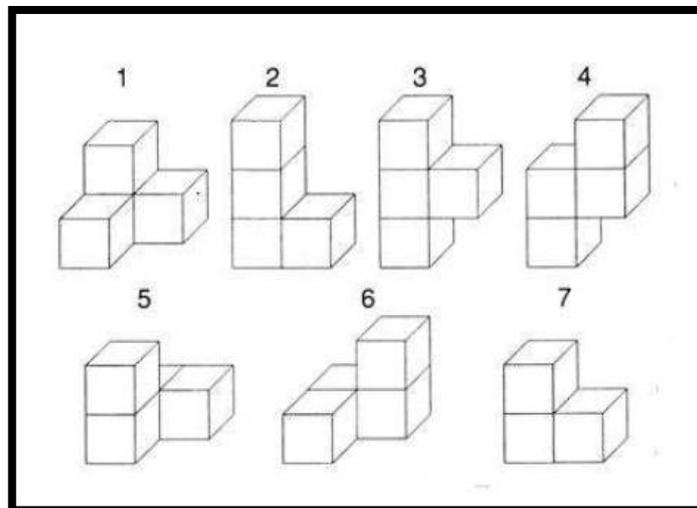


Figura 27. Cubo Soma. Tomado de “Arquitectura Modular”, por Aznar, 2011, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

2.2.12 Resistencia a movimientos sísmicos

La utilización del arco en una bóveda núbica desarrollada con un sistema

constructivo a base de adobe sin ningún refuerzo, presenta las siguientes respuestas tras ser expuestos a pruebas sismo resistente del laboratorio de estructuras antisísmicas de la pontifica universidad católica del Perú (10).

Módulo 01: Bóveda que no presenta refuerzo en su concepción:

Fase 1: No aparecieron fisuras. No se observó movimiento de la estructura

Fase 2: No aparecieron fisuras. No se observó movimiento de la estructura

Fase 3: Se observó un movimiento ligero de la bóveda. Se formaron fisuras escalonadas.

Fase 4: Condición de falla. Se observó un fuerte movimiento de la bóveda formando grades grietas en la misma. Partes de la bóveda se desplomaron produciendo un empuje perpendicular a los muros verticales que colapsaron. La bóveda en si resistió la fase 4 pero quedo en un irreparable y de colapso inminente.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1. Arquitectura

La arquitectura es conocida como la actividad que forma parte del espacio funcional de las necesidades del hombre que es la de ser histórico y social. Es la que maneja los vínculos entre el medio exterior que es la del medio ambiente con el individuo es por ello que esto forma parte de las actividades sociales que son dadas dentro de su ámbito.

La arquitectura es definida como aquel medio donde es posible el desarrollo de las actividades humanas por lo cual este conlleva un papel importante en el desarrollo de la sociedad.

2.3.2. Arco

El elemento de la arquitectura que deja un lugar abierto entre dos muros o pilares y el instrumento musical que tiene una o dos cuerdas tensas que vibran también reciben el nombre de arco.

Dentro del ámbito arquitectónico nos topamos con una gran variedad de tipos de

arcos. En concreto, nos estamos refiriendo al de medio punto, al apuntado, al rebajado, al arbotante o al triunfal, entre otros. Eso sin olvidar el rampante, el adintelado, el de herradura, el tudor o el de en catenaria.

Además, dentro de este campo nos encontramos con monumentos que llevan en su nombre el término que nos ocupa. Este sería el caso, por ejemplo, del Arco del Triunfo de París.

Fábrica generalmente curva que cierra un vano y descarga los empujes desviándolo lateralmente.

2.4.2. Albañilería

Es el arte de construir edificios u obras en que se empleen, según sean los casos, ladrillo, piedra, cal, arena, yeso, cemento u otros materiales semejantes. Material estructural conformado por unidades de albañilería asentadas con morteros.

a) Albañilería simple

Usada de manera tradicional y desarrollada mediante experimentación. Además, no posee más elementos que el ladrillo y el mortero o argamasa, siendo estos los elementos estructurales encargados de resistir todas las potenciales cargas que afecten la construcción. Esto se logra mediante la disposición de los elementos de la estructura de modo que las fuerzas actuantes sean preferentemente de compresión.

b) Albañilería armada

Se conoce con este nombre a aquella albañilería en la que se utiliza acero como refuerzo en los muros que se construyen. Principalmente estos refuerzos consisten en tensores (como refuerzos verticales) y estribos (como refuerzos horizontales), refuerzos que van empotrados en los cimientos o en los pilares de la construcción, respectivamente.

Suele preferirse la utilización de ladrillos mecanizados, cuyo diseño estructural facilita la inserción de los tensores para darle mayor flexibilidad a la estructura.

c) Albañilería reforzada

La albañilería reforzada presenta elementos de refuerzos horizontales y verticales,

cuya función es mejorar la durabilidad del conjunto.

d) Dovelas

Son las piezas en forma de cuña que componen el arco y se caracterizan por su disposición radial.

e) Clave

A veces denominada también como corona o dovela central que cierra en arco. Es la última que se coloca en la cimbra, completando el proceso constructivo del arco. La clave suele ser la dovela de mayor tamaño, para proporcionar estabilidad al arco.

f) Imposta

Es una moldura o saledizo sobre la cual se asienta un arco o bóveda. A veces transcurre horizontalmente por la fachada o los muros del edificio, separando las diferentes plantas.

g) Enjuta

Es la parte de fábrica que cubre el extradós del arco, por regla general se denomina a la fábrica entre dos arcadas sucesivas.

h) Rosca

Es la parte de fábrica que cubre el extradós del arco, por regla general se denomina ala fabrica entre dos arcadas sucesivas.

i) Factibilidad

Se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas, es decir, si es posible cumplir con las metas que se tienen en un proyecto, tomando en cuenta los recursos con los que se cuenta para su realización.

j) Bóveda:

Obra de fábrica arqueada, que sirve paracubrir el espacio entre dos apoyos y forma

el techo o la cubierta de una construcción.

k) Construcción

Una construcción es el acto de hacer una estructura nueva usando el ingenio y diferentes materiales y la obra, edificio o estructura concluida.

l) Vano

De la misma forma también puede emplearse dicho término para expresar que algo no tiene solidez, que está hueco o que está vacío

m) Dintel

Pieza horizontal superior de puertas, ventanas y otros huecos, apoyada en sus extremos sobre las jambas y destinada a soportar cargas.

n) Soporte

Un soporte es algo, ya sea físico o simbólico, que sirve como sustento o puntal. Los soportes, por lo tanto, se utilizan para sostener o mantener una cosa. Por ejemplo: "Tenemos que comprar un soporte para instalar el nuevo televisor", "Mi esposa ha sido mi soporte en estos momentos tan difíciles", "La municipalidad anunció que pronto reparará el soporte del cartel que se rompió en la última tormenta".

Como objeto físico, el soporte puede ser un accesorio o una estructura que permite ubicar un objeto en un cierto lugar. Con un soporte, se puede colgar un horno microondas en una pared, por citar una posibilidad.

o) Edificación

Se utiliza el término edificación para definir y describir a todas aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos pero específicos propósitos. Asimismo, las edificaciones son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como espacios de resguardo. Las edificaciones más comunes y difundidas son los edificios habitacionales, aunque también entran en este grupo otras edificaciones tales como los templos, los monumentos, los comercios, las construcciones

de ingeniería, etc.

p) Resistencia

La resistencia referida a los materiales implica la fuerza o acción que pueden soportar los objetos sólidos sin sufrir roturas o deterioros.

q) Carga

Está relacionado a aquella cosa que genera peso o presión respecto a otra o a la estructura que se transporta

r) Compresión

Presión a que está sometido un cuerpo por la acción de fuerzas opuestas que tienden a disminuir su volumen.

s) Muro

Son los elementos destinados a soportar cargas o cerrar y dividir espacios, y cuyo espesor es siempre menor que su altura y longitud. Es uno de los elementos constructivos que más ha evolucionado dentro de los sistemas estructurales.

t) Cerramiento

Entre albañiles la división que se hace con tabique, y no con pared gruesa, en una pieza o estancia.

u) Porcentaje

Proporción que toma como referencia el número 100.

Sistema

Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí.

Convencional

Resulta o se establece en virtud de precedentes o de costumbre.

Influencia

Acción y efecto de influir.

Estética

Se distingue entre los goces estéticos, lo bello, que produce un placer positivo, el amor; y lo sublime, que ocasiona un placer negativo, el temor por lo que se observa, produciendo una enorme emoción, el asombro, unido a un sentimiento de peligro ante lo inconmensurable, que no necesita corresponderse con la realidad. Lo terrible es sublime, pues no podemos observarlo de manera indiferente. Un animal que puede atacarnos, una fuerte tormenta, un ejército que ha entrado en nuestra ciudad, pueden producir este goce sublime (27).

v) Cimbra

La cimbra es una estructura auxiliar que sirve para sostener provisionalmente el peso de un arco o bóveda, así como de otras obras de cantería, durante la fase de construcción. Suele ser una cercha de madera. Esta estructura, una vez montadas las dovelas y la clave, se desmonta en una operación denominada descimbrado.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Método y Alcance de la Investigación

El método de la investigación por ser de naturaleza aplicada es el método científico.

3.1.1 Tipo de Investigación

La investigación se plantea de tipo descriptivo de esta manera, porque durante el desarrollo del registro de datos queremos analizar los resultados en función a la relación que puede existir entre una variable y otra, y mediante este registro de datos observados poder describir la relación existente entre las dos variables planteadas en la investigación.

3.1.2 Nivel de investigación exploratorio

Las investigaciones de tipo exploratorias ofrecen un primer acercamiento al problema que se pretende estudiar y conocer. La investigación de tipo exploratoria se realiza para conocer el tema que se abordará, lo que nos permita “familiarizarnos” con algo que hasta el momento desconocíamos. Asimismo, los resultados de este tipo de tipo de investigación nos dan un panorama o conocimiento superficial del tema, pero es el primer paso inevitable para cualquier tipo de investigación posterior que se quiera llevar a cabo. Con este tipo de investigación se obtiene la información inicial para continuar con una investigación más rigurosa, o bien se deja planteada y formulada una hipótesis (que se podrá retomar para nuevas investigaciones, o no).

Por tanto, esta investigación es importante porque su desarrollo está vinculada a observar las interacciones entre las variables propuestas para nuestro caso se trata sobre cómo se interrelacionan los arcos de albañilería convencionales y la construcción de vanos arquitectónicos, por ello, queremos explorar a qué resultados puede llegar la interacción de estas variables y describirlas.

3.2 Diseño de la Investigación cuasi experimental

Cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo, se utiliza el diseño cuasi experimental porque existe un momento inicial de la toma de datos y un momento después.

Lo que diferencia estos momentos es el factor experimental que es desarrollado en contraste con una muestra control que permite comparar los resultados posteriores a la experimentación.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

Está determinado por la construcción de diversos arcos en los que se pretende evaluar la tipología de vanos en forma de arco propuestos en edificaciones de la ciudad de Huancayo, cuyos arcos se construyeron hace dos años.

3.3.2 Muestra

Está determinado por los prototipos construidos en función a las posibilidades estructurales de los arcos que cumplieron con el mínimo de estabilidad y conservación geométrica.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Mediante análisis estadístico y clasificación de características notables del diseño, uso de material y costo de ejecución de obra que permita medir mediante indicadores sencillos las variables propuestas en la investigación.

- Ensayos constructivos y prototipos.
- Fichas de Observaciones, cuadros de cotejo y prototipos experimentales
- Estadística descriptiva factibilidad resistencia, valor estético

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información

En el presente capítulo se procederá a la explicación y análisis de la investigación planteada, dando a conocer el proceso constructivo empleado en la realización de los prototipos, así mismo los resultados obtenidos en cada prototipo. Esto será sustentado mediante fichas de observación, figuras y tablas, que ayudarán a la mejor comprensión de la investigación realizada, dando así un enfoque más preciso en lo que se quiere lograr con la presente investigación.

4.1.1 Análisis y justificación de la ubicación del terreno de pruebas

La investigación se desarrolló en el barrio Puzo, perteneciente al distrito de Chilca en la provincia de Huancayo, esto principalmente por la ubicación del terreno en vista que se observó un crecimiento urbano emergente en esta zona, identificándolo como un área de expansión y crecimiento, otro punto a favor de la elección de este lugar fue la accesibilidad de materiales requeridos para la elaboración de los prototipos.

A continuación, se explicarán cada uno de estos aspectos

4.1.1.1 Crecimiento urbano

Según el (28) Plan de Desarrollo Urbano de Huancayo señala que en los últimos diez años el crecimiento horizontal de la ciudad de Huancayo, así como del resto de las ciudades del valle han acelerado los procesos de conurbación urbana, por lo que han creado en medio de estos núcleos grandes espacios suburbanos, los cuales van consumiendo progresivamente los mejores espacios agrícolas, asentándose muchas veces en espacios de actividades recurrentes de desastres naturales y que además carecen de la dotación suficiente de servicios y equipamientos básicos (28).

La conurbación y expansión metropolitana presenta tres ejes de crecimiento bien definidos que se extienden por las urbes periféricas:

Eje oeste: Huancayo-Chupaca

Eje norte: Huancayo-Concepción-Jauja

Eje sur: Huancayo-Huayucachi

El eje Sur presenta una realidad completamente diferente, pero no por ello menos compleja. Por un lado, es la única vía que conecta la sierra sur del Perú y a la zona altoandina de Cani Paco, con una tendencia de usos de suelo orientada hacia actividades comerciales y de vivienda de baja densidad.

Teniendo en cuenta estos hechos se decide ubicar el lugar de pruebas en el eje sur del valle del Mantaro, esto gracias al crecimiento exponencial que presenta y a la influencia que causaría una alternativa diferente de concepción de edificaciones.

4.1.1.2. Ubicación del lugar

La ubicación del terreno de pruebas se basó en dos factores preponderantes, en primer lugar, el terreno debía estar situado dentro del casco urbano de Huancayo. En segundo lugar, el terreno debería de ser factible en cuanto a la para la realización de los prototipos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

Cumpliendo estas condiciones se elige el lugar para el desarrollo de esta investigación. Por ello, se procedió a ubicar el estudio en el barrio Puzo, perteneciente al distrito de Chilca en la provincia de Huancayo.

4.1.1.3. Accesibilidad de recursos

Otro factor adicional para un desarrollo pleno en cuanto a la construcción de los prototipos fue la accesibilidad a insumos como son los materiales de construcción, de igual manera contar con una mínima capacidad de seguridad y privacidad que impida cualquier alteración de factores externos sobre el prototipo con el fin de lograr los mejores resultados posibles.

4.1.2 Etapas de desarrollo de la fabricación de los prototipos de arcos

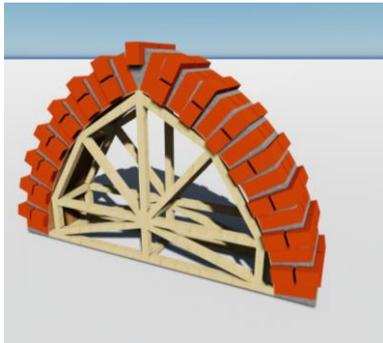
En primera instancia previa se explica el análisis e interpretación de resultados obtenidos tras la elaboración y pruebas realizadas en los prototipos de arcos, luego se procederá a exponer el proceso de construcción de cada uno de los prototipos de la mejor manera posible.

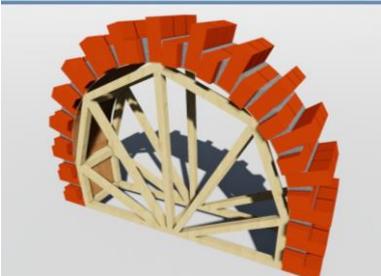
4.1.2.1. Elección de tipología de arcos

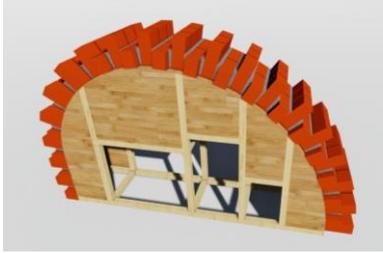
Como primer acto se procedió a la elección de los prototipos, los cuales fueron pensados englobando los tipos de arcos que se tienen como, por ejemplo, los arcos con un solo centro, los arcos de dos centros, o aquellos arcos de tres a más centros, así mismo se tuvo en consideración el valor económico que cada arco significaría. De esta manera es que se pudo elegir los arcos que tuvieran estos requisitos tratando de elegir un representante de cada tipo.

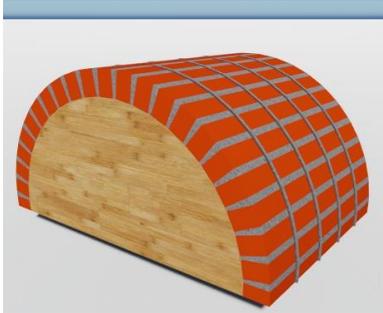
Tabla 4

Clasificación de arcos

TIPOLOGÍA	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN	GRÁFICO
Arco ojival	Funcionalidad	Este arco fue utilizado en la apertura de vanos en cuanto a edificaciones de tipo religioso y de vivienda esto gracias a la forma característica que presenta.	
	Factibilidad constructiva	El prototipo al no presentar una forma compleja y en vista que se poseen los conocimientos constructivos necesarios hace que este arco sea factible en cuanto a su realización.	
	Factibilidad económica	Gracia a la forma que presenta el arco este permite un ahorro económico en cuanto a la cimbra y la capacidad portable de la forma en cuanto a la utilización de la fábrica hacen factible su realización.	
Arco de medio punto	Funcionalidad	Este arco fue utilizado en la apertura de vanos, en la	

		elaboración de acueducto y principalmente en el coliseo romano dando fe de su capacidad funcional.	
	Factibilidad constructiva	El prototipo al no presentar una forma compleja y en vista que se poseen los conocimientos constructivos necesarios hace que este arco sea factible en cuanto a su realización.	
	Factibilidad económica	Al no tener una forma compleja no sugiere un incremento económico.	
Arco peraltado	Funcionalidad	Este arco fue utilizado en la apertura de vanos, en edificaciones religiosa y de vivienda esto e la época antigua, con estos antecedentes que perduran hasta nuestros tiempos se comprueba la funcionalidad de este arco.	
	Factibilidad constructiva	El prototipo al no presentar una forma compleja y en vista que se poseen los conocimientos constructivos necesarios hace que este arco sea factible en cuanto a su realización.	
	Factibilidad económica	El factor económico no se ve incrementado por la forma que presenta.	
Arco rampante	Funcionalidad	Este arco fue utilizado en la construcción de escaleras, apertura de vanos, al presentar una forma asimétrica requiere de un estribo que contenga su	

		masa, de esta manera seria funcional su realización.	
	Factibilidad constructiva	En este tipo de arco es factible su construcción gracias a los materiales actuales a disposición puesto que de otra manera seria complicado lograr la forma con la mano de obra disponible en nuestros tiempos.	
	Factibilidad económica	El factor económico no se ve incrementado por la forma que presenta.	
Arco ondulado	Funcionalidad	Este arco fue utilizado en la apertura de vanos, en edificaciones religiosas y de vivienda esto e la época antigua, con estos antecedentes que perduran hasta nuestros tiempos se comprueba la funcionalidad de este arco.	
	Factibilidad constructiva	En este tipo de arco es factible su construcción gracias a los materiales actuales a disposición puesto que de otra manera seria complicado lograr la forma con la mano de obra disponible en nuestros tiempos.	
	Factibilidad económica	El factor económico se ve incrementado por la forma que presenta puesto que requerirá mayores refuerzos en la cimbra para lograr la forma esperada sin ningún fallo en el arco.	
La bóveda	Funcionalidad	El arco de medio punto fue utilizado en la concepción de la bóveda esta fue	

		realizada para concebir espacios y coberturas, gracias a los referentes existentes en nuestros tiempos que dan fe de su capacidad funcional es que se elige esta bóveda de medio punto.	
	Factibilidad constructiva	El prototipo al no presentar una forma compleja y en vista que se poseen los conocimientos constructivos necesarios hace que este arco sea factible en cuanto a su realización.	
	Factibilidad económica	Al tener una forma compuesta sugiere un incremento económico puesto que se utilizarán mayores materiales en su realización.	

4.1.2.2 Proceso constructivo del prototipo de arco

Para la elaboración del prototipo se tuvo en cuenta es siguiente proceso constructivo:

Diseño de cimbra. Este proceso consistió en la evaluación y elección de materiales que serían usados para el armado de la cimbra teniendo en cuenta que el material usado pueda ser maleado de tal modo que se pueda llegar a conseguir la forma esperada del arco.

El material elegido fue la madera como elemento de soporte y el triplay como material de cerramiento para la cimbra estos materiales tienen por cualidades la maleabilidad así mismo la accesibilidad para obtener el insumo en el entorno que se desarrolla la investigación, dicho esto se procedió al diseño de las siguientes cimbras.

Ejecución de cimbra. La cimbras fueron ejecutadas teniendo en cuenta los diseños antes presentados, en su realización se utilizaron listones de madera cepillada de

2"x"x10.5", torillos de 5x60mm, triplay de 6mm, en algunos casos para una mejor fijación se utilizaron retazos de tableros de OSB (Oriented Strand Board) a madera que se pueda lograr la forma del arco con mayor facilidad, para la fijación del triplay a la estructura se utilizaron clavos con cabeza de 1".



Fotografía 1. Arco ojival



Fotografía 2. Arco de medio punto



Fotografía 3. Arco rampante

Limpieza del terreno. El terreno elegido presentaba yerbas y rocas en los lugares que posteriormente se ejecutaría los arcos motivo por el cual se procedió a un desyerbado y retirado de elementos que entorpecerían el trabajo.



Fotografía 4. Limpieza en área de trabajo

Excavación y vaciado de concreto de cimentación. Para mayor resistencia al empuje del arco posterior al descimbrado se realizó una pequeña cimentación de medidas 0.30 cm de ancho con una profundidad de 0.40 cm, el lago de esta cimentación fue variante dependiendo de las características de la estructura, el vaciado se dio con concreto simple con varillas de acero de 3/8 enterrados a modo de refuerzo al momento del encimado del arco.



Fotografía 5. Excavación y vaciado de concreto

Encimado de albañilería. Para el encimado de ladrillos primero se colocó la cimbra, esta fue elevada en un apoyo móvil para poder ejecutar el descimbrado posteriormente, se procedió al pircado de ladrillos con mortero de concreto en este proceso se trató de ensayar tipos de amarres con distintos tipos de ladrillos variando entre el ladrillo artesanal, el ladrillo king kong 18 huecos, los cuales son comerciales en el entorno que se desarrolla la investigación.

Descimbrado del arco. Este proceso se produjo al día siguiente concluido el encimado del ladrillo en la cimbra lo cual permite al mortero llegar a su máxima resistencia en la forma descimbra del arco.

4.1.3 Resultados de ficha de observación de los prototipos Puzo-Chilca

Según las fichas de observación aplicadas a los prototipos de arcos ejecutados en el terreno de estudio, se obtuvieron una serie de resultados, que sirvieron principalmente como base de datos para el diseño y propuesta de una edificación que tiene como base

estructural a los arcos como solución alternativa de los sistemas convencionales de construcción, se tomaron en cuenta los resultados que a continuación se muestran.

4.1.3.1. Fabricación de prototipo ARC-T1

El ensayo de fabricación de este prototipo fue realizado en el terreo de pruebas ubicado en el barrio de Puzo perteneciente al distrito de Chilca, este prototipo fue edificado de manera exitosa, lo cual permitió la realización de pruebas las cuales se expresan en el siguiente cuadro.

Tabla 5

Resumen ficha de observación ARC-T1

RESULTADO DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROTOTIPO DENOMINADO ARC-T1	
Denominación	ARC-T1
Tipología	Arco de Medio Punto
Fecha de fabricación	20/07/17
Dimensiones del ARC-T1	3.00 m x 1.50 m x 0.50 m
Lugar de Fabricación	Puzo-Chilca
Material usado en cimbra	Madera cepillada de 2"x2"x10.5", tornillo de 5x60mm, triplay de 6mm, clavos de 1"
Material usado en el arco	Se utilizó ladrillo king kong 18 huecos con mortero elaborado de cemento y arena fina
Albañilería	Para la albañilería del arco se utilizó ladrillo king kong de 18 huecos con un tipo de amarre mixto entre soga y cabeza utilizado mortero de concreto compuesto de cemento y arena fina.



Prueba de resistencia	<p>Para la prueba de resistencia se procedió a la habilitación de elementos puntuales de carga, esto se logró llenando costales con tierra encontrada en el lugar, para tener un conteo de la capacidad de carga del prototipo se dio una media exacta en el costal y así poder analizar la capacidad de carga del prototipo.</p>	
Observaciones	<p>La presente ficha de observación de codificación ARC-T1 muestra el valor estructural del arco de medio punto aplicado a la albañilería convencional dándole un valor agregado a esta albañilería en la concepción de la forma y de esta para lograr un elemento estructural de menor coste. Posterior al descimbrado se observó que la estructura no presentó ninguna falla técnica lo que dio por resultado el alcance de su máxima resistencia.</p> <p>Tras la prueba de resistencia a la que se sometió el prototipo en cual la carga bruta que resistió el arco fue de 810kg se observó que el arco resistió la carga puntual no presentando ningún tipo de falla estructural.</p>	
Conclusión	<p>Se concluyó que el prototipo ARC-T1 es ideal para la construcción puesto que al estar en contacto directo con el medio ambiente durante dos años no presentó ninguna falla y probó su eficacia al soportar la prueba de resistencia lo cual lo hace ideal para la concepción de edificaciones.</p>	

4.1.3.2. Fabricación de prototipo ARC-T2

El ensayo de fabricación de este prototipo fue realizado en el terreo de pruebas ubicado en el barrio de Puzo, perteneciente al distrito de Chilca, este prototipo fue edificado de manera exitosa teniendo una diferente tipología de arco para poder estudiar su comportamiento frente a las pruebas de resistencia.

Tabla 6

Resumen ficha de observación ARC-T2

RESULTADO DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROTOTIPO DENOMINADO ARC-T2		
Denominación	ARC-T2	
Tipología	Arco Ondulado	
Fecha de fabricación	20/07/17	
Dimensiones del arc-t2	2.70 m x 2.35 m x 0.50 m	
Lugar de fabricación	Puzo-Chilca	
Material usado en cimbra	Madera cepillada de 2"x2"x10.5", tornillo de 5x60mm, triplay de 6mm, clavos de 1"	
Material usado en el arco	Se utilizó ladrillo artesanal con mortero elaborado de cemento y arena fina	
Albañilería	Para la albañilería del arco se utilizó ladrillo king kong de 18 huecos con un tipo de amarre mixto entre soga y cabeza utilizado mortero de concreto compuesto de cemento y arena fina.	

<p>Prueba de resistencia</p>	<p>Para la prueba de resistencia se procedió a la habilitación de elementos puntuales de carga, esto se logró llenando costales con tierra encontrada en el lugar, para tener un conteo de la capacidad de carga del prototipo se dio una media exacta en el costal y así poder analizar la capacidad de carga del prototipo.</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>La presente ficha de observación de codificación ARC-T2 muestra el valor estético del arco y el mal comportamiento estructural para el desarrollo de esta investigación, el elemento estructural presentó fisuras y un deterioro por parte de las inclemencias del clima, esto provocó que la prueba de resistencia aplicando una carga puntual en el arco lograra el colapso de este con solo 150kg extra en la estructura.</p> <p>Tras la prueba de resistencia a la que se sometió el prototipo se observó que este elemento estructural es ideal para fines decorativos, pero como elemento de soporte es ineficaz.</p>	
<p>Conclusión</p>	<p>Se concluyó que el prototipo ARC-T2 no presenta los componentes básicos para ser usado en la construcción como elemento de soporte, pero como elemento decorativo si lograra brindar un valor agregado a las edificaciones propuestas con este elemento.</p>	

4.1.3.3. Fabricación de prototipo ARC-T3

El ensayo de fabricación de este prototipo fue realizado en el terreo de pruebas ubicado en el barrio de Puzo perteneciente al distrito de Chilca, este prototipo fue edificado de manera exitosa teniendo una diferente tipología de arco para poder estudiar su comportamiento frente a las pruebas de resistencia.

Tabla 7

Resumen ficha de observación ARC-T3

RESULTADO DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROTOTIPO DENOMINADO ARC-T3	
Denominación	ARC-T3
Tipología	Bóveda
Fecha de fabricación	20/07/17
Dimensiones del arc-t3	1.80 m x 0.90 m x 1.50 m
Lugar de fabricación	Puzo-Chilca
Material usado en cimbra	Madera cepillada de 2"x2"x10.5", tornillo de 5x60mm, triplay de 6mm, clavos de 1"
Material usado en la bóveda	Se utilizó ladrillo artesanal con mortero elaborado de cemento y arena fina
Albañilería	Para la albañilería del arco se utilizó ladrillo king kong de 18 huecos con un tipo de amarre de sogá utilizado mortero de concreto compuesto de cemento y arena fina.



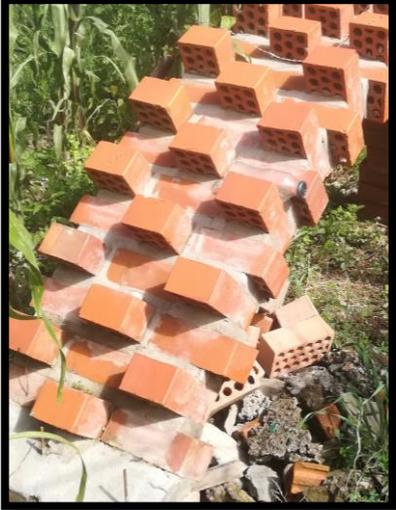
<p>Prueba de resistencia</p>	<p>Para la prueba de resistencia se procedió a la habilitación de elementos puntuales de carga, esto se logró llenando costales con tierra encontrada en el lugar, para tener un conteo de la capacidad de carga del prototipo se dio una medida exacta en el costal y así poder analizar la capacidad de carga del prototipo.</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>La presente ficha de observación de codificación ARC-T3 muestra el valor estructural de la bóveda siendo construida con albañilería convencional dándole un valor agregado a esta albañilería en la concepción de la forma y de esta manera lograr un elemento estructural de menor coste. Posterior al descimbrado se observó que la estructura no presentó ninguna falla técnica lo que dio por resultado el alcance de su máxima resistencia.</p> <p>Tras la prueba de resistencia a la que se sometió el prototipo en cual la carga bruta que resistió el arco fue de 500kg se observó que la bóveda resistió la carga puntual no presentando ningún tipo de falla estructural, cabe destacar que este peso puesto en la bóveda fue lo máximo que se pudo cargar por la reducida área que presenta este elemento.</p>	
<p>Conclusión</p>	<p>Se concluyó que el prototipo ARC-T3 es ideal para la construcción puesto que al estar en contacto directo con el medio ambiente durante dos años no presentó ninguna falla y probó su eficacia al soportar la prueba de resistencia lo cual lo hace ideal para la concepción de edificaciones.</p>	

4.1.3.4. Fabricación de prototipo ARC-T4

El ensayo de fabricación de este prototipo fue realizado en el terreno de pruebas ubicado en el barrio de Puzo perteneciente al distrito de Chilca, este prototipo fue edificado de manera exitosa teniendo una diferente tipología de arco para poder estudiar su comportamiento frente a las pruebas de resistencia.

Tabla 8

Resumen ficha de observación ARC-T4

RESULTADO DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROTOTIPO DENOMINADO ARC-T4		
Denominación	ARC-T4	
Tipología	Arco Rampante	
Fecha de fabricación	20/07/17	
Dimensiones del arc-t4	2.50 m x 1.50 m x 0.50 m	
Lugar de fabricación	Puzo-Chilca	
Material usado en cimbra	Madera cepillada de 2"x2"x10.5", tornillo de 5x60mm, triplay de 6mm, clavos de 1"	
Material usado en el arco	Se utilizó ladrillo artesanal con mortero elaborado de cemento y arena fina	
Albañilería	Para la albañilería del arco se utilizó ladrillo king kong de 18 huecos con un tipo de amarre mixto entre soga y cabeza utilizado mortero de concreto compuesto de cemento y arena fina.	

<p>Prueba de resistencia</p>	<p>Para la prueba de resistencia se procedió a la habilitación de elementos puntuales de carga, esto se logró llenando costales con tierra encontrada en el lugar, para tener un conteo de la capacidad de carga del prototipo se dio una medida exacta en el costal y así poder analizar la capacidad de carga del prototipo.</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>La presente ficha de observación de codificación ARC-T4 muestra el valor estético del arco y el mal comportamiento estructural para el desarrollo de esta investigación, el elemento estructural presentó fisuras y un deterioro por parte de las inclemencias del clima, esto provocó que la prueba de resistencia aplicando una carga puntual en el arco lograra el colapso de este con solo 50kg extra en la estructura.</p> <p>Tras la prueba de resistencia a la que se sometió el prototipo se observó que este elemento estructural es ideal para fines decorativos, pero como elemento de soporte es ineficaz.</p>	
<p>Conclusión</p>	<p>Se concluyó que el prototipo ARC-T4 no presenta los componentes básicos para ser usado en la construcción como elemento de soporte, pero como elemento decorativo si lograra brindar un valor agregado a las edificaciones propuestas con este elemento.</p>	

4.1.3.5. Fabricación de prototipo ARC-T5

El ensayo de fabricación de este prototipo fue realizado en el terreno de pruebas ubicado en el barrio de Puzo perteneciente al distrito de Chilca, este prototipo fue edificado de manera exitosa teniendo una diferente tipología de arco para poder estudiar su comportamiento frente a las pruebas de resistencia.

Tabla 9

Resumen ficha de observación ARC-T5

RESULTADO DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROTOTIPO DENOMINADO ARC-T5		
Denominación	ARC-T5	
Tipología	Arco Peraltado	
Fecha de fabricación	20/07/17	
Dimensiones del arc-t5	2.00 m x 1.40 m x 0.50 m	
Lugar de fabricación	Puzo-Chilca	
Material usado en cimbra	Madera cepillada de 2"x2"x10.5", tornillo de 5x60mm, triplay de 6mm, clavos de 1"	
Material usado en el arco	Se utilizó ladrillo king kong de 18 huecos con mortero elaborado de cemento y arena fina	
Albañilería	Para la albañilería del arco se utilizó ladrillo king kong de 18 huecos con un tipo de amarre mixto entre soga y cabeza utilizado mortero de concreto compuesto de cemento y arena fina.	

<p>Prueba de resistencia</p>	<p>Para la prueba de resistencia se procedió a la habilitación de elementos puntuales de carga, esto se logró llenando costales con tierra encontrada en el lugar, para tener un conteo de la capacidad de carga del prototipo se dio una media exacta en el costal y así poder analizar la capacidad de carga del prototipo.</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>El presente arco peraltado tuvo las siguientes Observaciones, en cuanto a la ejecución del arco se obtuvo la forma esperada, pero en cuanto a la ejecución de la albañilería no se logró conseguir la resistencia puesto que el tiempo que estuvo expuesto al medio ambiente, el arco presentó fisuras y deterioro que dio como resultado que durante la prueba de resistencia el arco solo soportara 150 kg antes que el elemento colapse.</p>	
<p>Conclusión</p>	<p>Se concluyó que el prototipo ARC-T5 no presenta la resistencia necesaria para ser usado como elemento estructural en la construcción de edificaciones, pero como elemento decorativo si lograra brindar un valor agregado a las edificaciones propuestas con este elemento.</p>	

4.1.3.6. Fabricación de prototipo ARC-T6

El ensayo de fabricación de este prototipo fue realizado en el terreo de pruebas ubicado en el barrio de Puzo perteneciente al distrito de Chilca, este prototipo fue edificado de manera exitosa teniendo una diferente tipología de arco para poder estudiar su comportamiento frente a las pruebas de resistencia.

Tabla 10

Resumen ficha de observación ARC-T6

RESULTADO DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROTOTIPO DENOMINADO ARC-T2	
Denominación	ARC-T6
Tipología	Arco Ojival
Fecha de fabricación	20/07/17
Dimensiones del ARC-T6	2.30 m x 1.50 m x 0.50 m
Lugar de Fabricación	Puzo-Chilca
Material usado en cimbra	Madera cepillada de 2"x2"x10.5", tornillo de 5x60mm, triplay de 6mm, clavos de 1"
Material usado en el arco	Se utilizó ladrillo king kong 18 huecos con mortero elaborado de cemento y arena fina
Albañilería	Para la albañilería del arco se utilizó ladrillo king kong de 18 huecos con un tipo de amarre mixto entre soga y cabeza utilizado mortero de concreto compuesto de cemento y arena fina.



<p>Prueba de resistencia</p>	<p>Para la prueba de resistencia se procedió a la habilitación de elementos puntuales de carga, esto se logró llenando costales con tierra encontrada en el lugar, para tener un conteo de la capacidad de carga del prototipo se dio una media exacta en el costal y así poder analizar la capacidad de carga del prototipo.</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>La presente ficha de observación de codificación ARC-T6 muestra el valor estructural del arco ojival en vista que fue construido con albañilería convencional logra un valor agregado al darle la forma de arco con ayuda e la cimbra.</p> <p>Tras la prueba de resistencia a la que se sometió el prototipo en cual la carga bruta que resistió el arco fue de 500kg se observó que el arco ojival resistió la carga puntual no presentando ningún tipo de faya estructural, cabe destacar que este peso puesto en la bóveda fue lo máximo que se pudo cargar por la reducida área que presenta este elemento.</p>	
<p>Conclusión</p>	<p>Se concluyó que el prototipo ARC-T6 presenta los componentes básicos para ser usado en la construcción como elemento estructural de soporte, adicional a esto el elemento brinda un valor estético adicional con la forma que presenta.</p>	

4.1.4 Resumen de los resultados obtenidos

Tabla 11

Cuadro resumen del análisis de los prototipos de arcos realizados

TIPO	ARC-T1	ARC-T2	ARC-T3	ARC-T4	ARC-T5	ARC-T6
RESULTADO DE PRUEBA DE PESO POR M2	Muy bueno	Malo	Bueno	Malo	Malo	Bueno
PROCESO CONSTRUCTIVO	Muy bueno	Malo	Bueno	Malo	Malo	Bueno
ENCIMBRADO Y DESCIMBRADO	Muy bueno	Malo	Bueno	Malo	Malo	Muy bueno
COSTO DE CONSTRUCCIÓN	Muy bueno	Malo	Bueno	Malo	Malo	Muy bueno
TIPOLOGÍA	Arco de Medio Punto	Arco Ondulado	Bóveda	Arco Rampante	Arco peraltado	Arco Apuntado
FISURAS DESPUES DEL DESCIMBRADO	Muy bueno	Malo	Bueno	Malo	Malo	Muy bueno
VALORACIÓN	5	-5	2.5	-5	-5	4

FACTOR MUY BUENO	1
FACTOR BUENO	0.5
FACTOR MALO	-1

Como resultado de la valoración Hecha a los prototipos realizados para esta investigación se obtiene al arco de medio punto como mejor arco sobre el cual se podrían proponer edificaciones utilizando este elemento en la concepción de vanos arquitectónicos.

4.2 Discusión de Resultados

4.2.1 Hipótesis general

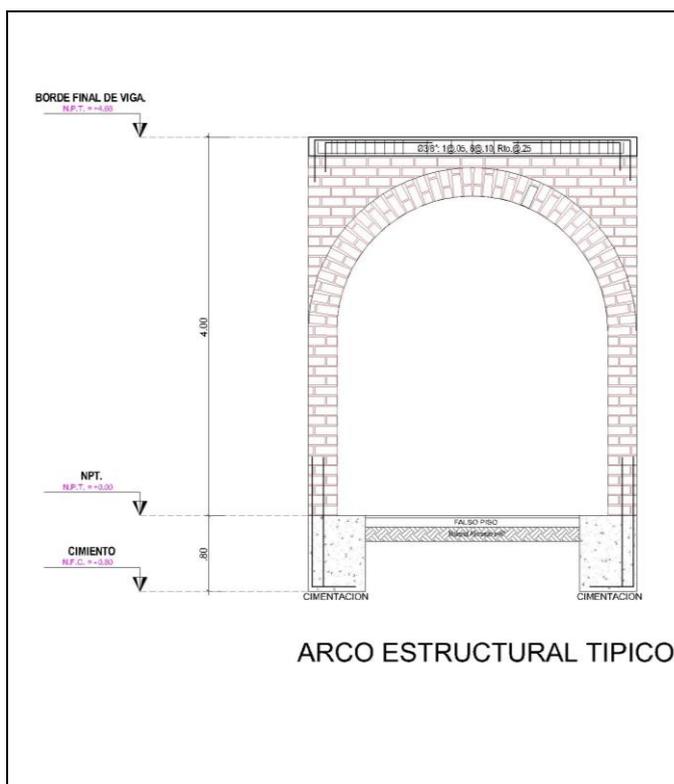
El uso de arcos de albañilería convencional hace factible la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

Según las fichas de observación realizadas anteriormente y los referentes expuestos, nos dan un como resultado una serie de criterios que servirán como base para la propuesta arquitectónica que será expuesta más adelante.

Tabla 12

Comparativo de sistema constructivo

SISTEMA COSNTRUCTIVO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	
	FACTIBILIDAD CONSTRUCTIVA
	<p>El presente grafico muestra la composición en esencia de lo que es un sistema constructivo convencional de albañilería confinada regularmente utilizado en viviendas.</p> <p>La factibilidad constructiva de este sistema es respaldada por la gran predominancia de este sistema constructivo que al año 2007 en el valle del Mantaro existía de cada 3 vivienda de ladrillo una de adobe con una tendencia ascendente hacia el ladrillo. Este sistema es principalmente compuesto por elementos estructurales como zapata, columna y viga los cuales dan gran valor de resistencia, pero incrementa en coste de su fabricación.</p>
SISTEMA CONSTRUCTIVO A BASE DE ARCOS	
	FACTIBILIDAD CONSTRUCTIVA



El sistema constructivo a base de arcos hace factible su uso en la construcción de vanos esto se demuestra observando el prototipo ARC-T1 el cual se concluyó como el elemento de mayor resistencia al resistir una carga puntual de 810 kg. El sistema a base de arcos en esencia solo requiere elementos de albañilería y una cimentación que impida el empuje horizontal del arco ya ejecutado, en cuanto a la fabricación de la cimbra no presenta obstáculo puesto que es comparable con el encofrado que se usan regularmente para la concepción de columnas e incluso presenta un ahorro en este aspecto.

Con este cuadro comparativo y los datos recolectados en las fichas de observación podemos afirmar que la hipótesis planteada es correcta y podemos concluir que el arco de albañilería convencional hace factible la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte.

4.2.2 Hipótesis específica h1

El uso de arcos de albañilería convencional influye favorablemente en el peso por m² sobre la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

La presente hipótesis trata de demostrar la capacidad de carga de los elementos estructurales a base de arcos, esto fue demostrado por la prueba de carga al que fue sometido el prototipo; esta prueba consistía en agregarle carga al prototipo de arco, en este caso se realizaron estos elementos de un costal relleno de material propio de terreo previamente pesado para lograr así una cuantificación de esta carga sobre el arco.

Tabla 13

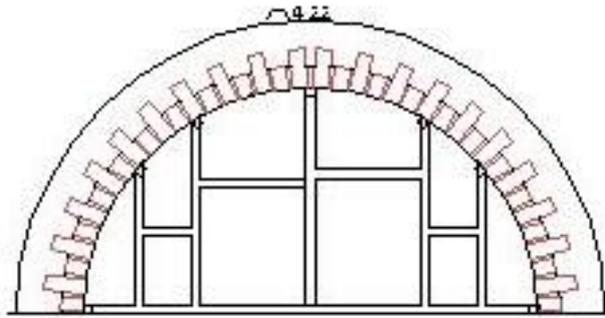
Análisis del peso por m2 de los elementos estructurales

ANÁLISIS DEL PESO POR M2 DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	
PÓRTICO TÍPICO	
<p>El presente análisis se dio según el Ing. Genaro Delgado en su libro <i>Diseño estructural de viviendas económicas</i>, en este material se puede apreciar la base para un diseño estructural de viviendas de albañilería.</p> <p>El metrado de cargas es un componente imprescindible en cuanto al cálculo para posteriormente proceder al predimensionamiento, en cuanto al peso por metro cuadrado se realizaron ejemplos los cuales analizaremos a continuación.</p>	
<p>una 0.25 m2 es</p>	<p>Como se aprecia en el ejemplo para viga de 0.20 m x m el peso por de 120.00 kg/m2.</p>
<p style="font-size: small;">Diseño Estructural de Viviendas Económicas Ing. Genaro Delgado Contreras</p> <p>EJEMPLO N° 2: Metrado de cargas de una estructura de albañilería para hallar el ancho de cimentación.</p> <p>Tomamos un metro de ancho típico</p> <p>Cargas que recibe el muro A-A, B-B Cargas permanentes Peso de losa aligerada $300\text{Kg/m}^2 \times 2.25 \times 1.00 = 675.00 \text{ Kg.}$ Peso de ladrillo pasteler $100\text{Kg/m}^2 \times 2.25 \times 1.00$ $+ 100\text{Kg/m}^2 \times 0.25 \times 1.00 = 250.00 \text{ Kg.}$ Peso de la viga solera $2400\text{Kg/m}^2 \times 0.25 \times 0.20 \times 1.00 =$ 120.00 Kg.</p> <p style="text-align: right;">41</p>	

PROTOTIPO DE ARCO

El prototipo ganador fue el ARC-T1 por la resistencia que presentó al soportar 810 kg sobre su estructura, analizado este dato podemos inferir la resistencia por m² realizado la división de la longitud del arco entre la resistencia que obtuvo en las pruebas teniendo como resultado que soporta 191.94 kg/m².

Del dato anterior referente al pórtico típico se tiene que el peso de la viga es de 120.00kg/m² con eso en mente y comparando con lo obtenido en la investigación se puede concluir que el arco genera una resistencia optima y cumpliría sin ningún problema la labor de apertura de vanos.



Arco de Medio Punto

Prueba de resistencia al prototipo de arco que soporto 810 kg sobre su estructura, este elemento fue realizado bajo las siguientes características y materiales:

Tipología de arco: arco de medio punto

Dimensión del arco: 3.00 m X 1.50 m X 0.50 m

Materiales. En la elaboración de este prototipo se utilizó como fabrica al ladrillo king kong 18 hueco, mortero a base de concreto y arena gruesa, una pequeña cimentación a base de concreto ciclópeo y por último una cimbra elaborado con triplay y cuarterones de madera.



4.2.3 Hipótesis específica h2

El uso de arcos de albañilería convencional influye positivamente en el proceso constructivo para vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019

Para comprobar la presente hipótesis se realizó un comparativo entre un arco típico y un pórtico típico los cuales fueron planteados de tal manera que las medidas que presentan tengan la mayor similitud, notándose solamente la manera en concebir los vanos de cada pórtico.

- **Sistema constructivo confinado**

En la actualidad este sistema constructivo es aquel que las familias han optado por usar por las características estructurales que nos brinda, esto dio como resultado una homogenización formal de las edificaciones.

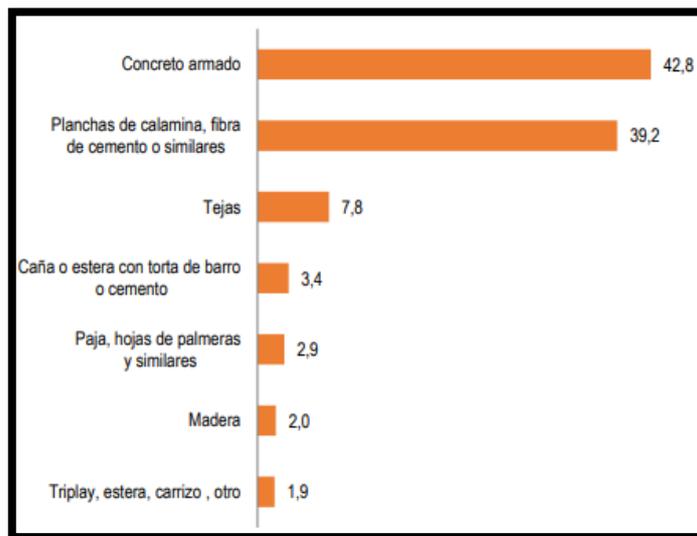


Figura 28. Viviendas particulares según material predominante en los techos 1993, 2007 y 2017. Tomado de “Censos Nacionales de Población y vivienda: 1993,2007 y 2017”, por Miyashiro y otros, 2009, Fondo Mi Vivienda S.A. Lima, Perú.

Pórtico típico

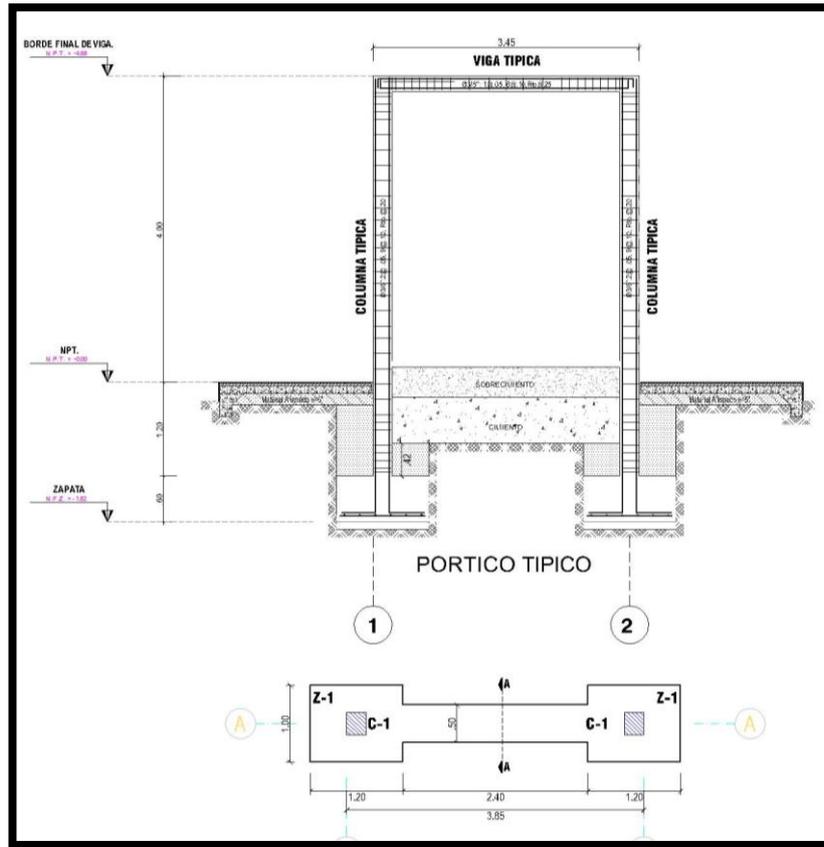


Figura 29. Pórtico típico albañilería confinada

Metrado pórtico típico

Tabla 14

Metrado pórtico típico

RESUMEN HOJA DE METRADO

Ítem	Descripción	Presupuesto	
		Und	Metrado
	Pórtico convencional		

01.00.00	Estructuras		
01.01.00	Trabajos preliminares		
01.01.01	Limpieza de terreno manual	M2	2.64
01.01.02	Trazo, nivelación y replanteo preliminar	M2	2.64
01.01.03	Trazo, nivelación y replanteo durante el proceso	M2	2.64
01.01.04	Excavación para cimientos hasta 0.60 m de profundidad en terreno normal	M3	0.72
01.01.05	Excavación para zapatas de 1.80 m de profundidad en terreno normal	M3	4.32
01.01.06	Relleno y compactado con material propio a mano	M3	1.26
01.01.07	Eliminación material-manual DH=30m.	M3	4.33
01.02.00	Obras de concreto simple		
01.04.01	Solados de concreto C:H 1:12 e=4" para zapatas	M2	2.40
01.04.02	Concreto para cimientos corridos c:h-1:10 + 30% P.G.	M3	0.72
01.04.03	Concreto para sobrecimientos C:H-1:8 + 25% p.m.	M3	0.20
01.04.04	Encofrado y desencofrado de sobrecimientos h=40cm.	M2	2.68
01.06.00	Concreto armado		
01.06.01	Zapatas		
01.06.01.01	Concreto para zapatas f'c=210 kg/cm2	M3	14.98
01.06.01.02	Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm2 grado 60	Kg	28.87
01.06.02	Columnas		
01.06.02.01	Concreto para columnas f'c=210 kg/cm2	M3	0.78
01.06.02.02	Encofrado y desencofrado de columnas	M2	11.44
01.06.02.03	Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm2 p/columnas	Kg	160.59
01.06.03	Vigas		
01.06.03.01	Concreto para vigas f'c=210 kg/cm2	M3	0.14
01.06.03.02	Encofrado y desencofrado normal de vigas	M2	4.14
01.06.03.03	Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm2 p/vigas	Kg	31.05

Sistema Constructivo a base de Arcos

El presente sistema es aquel sistema que sustituye las columnas y vigas por un arco para de esta manera poder lograr la realización de vanos.

Arco típico

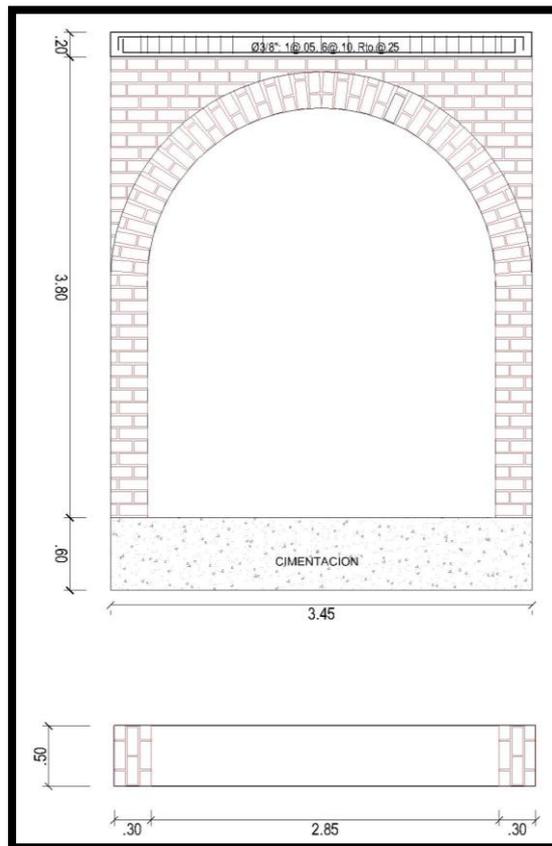


Figura 30. Pórtico a base de albañilería convencional

Metrado de arco típico

Tabla 15

Metrado pórtico a base de arco

RESUMEN HOJA DE METRADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	ANALISIS	
		UND	METRADO
	Arco		
01.00.00	Estructuras		
01.01.00	Trabajos preliminares		
01.01.01	Limpieza de terreno manual	m2	2.03
01.01.02	Trazo, nivelación y replanteo preliminar	m2	2.03
01.01.03	Trazo, nivelación y replanteo durante el proceso	m2	2.03
01.01.04	Excavación para cimientos hasta 0.60 m de profundidad en terreno normal	m3	1.04
01.01.05	Concreto para cimientos corridos c:h-1:10 + 30% p.g.	m3	1.04
01.02.00	Concreto armado		
01.02.01	Encimbrado y descimbrado de arco	glb	1
02	Arquitectura		
02.01	Muros y tabiquería de albañilería		
02.01.01	Muro de ladrillo king kong 18 huecos de 0.50 m de espesor	m2	2.18

Observando ambos sistemas constructivos se puede concluir gracias al análisis en cuanto al metrado que cada uno de los sistemas observados son efectivos pero diferentes en cuanto a los componentes que requieren para la concepción de un vano.

Se tuvo como resultado que el sistema a base de arco simplifica las partidas necesarias para la realización de un vano, por lo cual es positivo en cuanto al proceso constructivo gracias a que reduce el tiempo, la economía y el costo para la realización de este.

4.2.4 Hipótesis específica h3

El uso de arcos de albañilería convencional influye positivamente en la prefabricación de la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

Tabla 16

Cuadro comparativo sobre la prefabricación en la construcción de vanos arquitectónicos

ANÁLISIS SOBRE LA PREFABRICACION	
PÓRTICO TÍPICO	ARCO TÍPICO
<p>En cuanto al sistema aporricado típico se puede observar que la única manera de acoplarse previamente a la ejecución de las columnas y vigas sería que desde el diseño del conjunto edificatorio se piense en las medidas necesarias de vigas y columnas, se acoplen a las medidas existentes de los encofrados prefabricados disponibles en el mercado.</p>	<p>Por otro lado, el sistema a base de arcos permite una elaboración previa de la cimbra lo cual llenaría el concepto de prefabricación.</p> <p>En el sentido que la cimbra podría ser elaborada en un lugar distinto al que se desarrolla la obra teniendo en consideración que exista un plano constructivo las cimbras podrían realizarse previamente y así acelerar el proceso de ejecución de obra.</p>
	

Observando ambos sistemas constructivos se puede concluir que la prefabricación está presente en ambos sistemas con distinciones que los caracterizan.

El sistema constructivo a base de arcos reduce el costo al ser realizado con menor costo, menor tiempo de realización, estas características hacen que este sistema sea accesible y realizable en diferentes entornos.

4.2.5 Hipótesis específica h4

El uso de arcos de albañilería convencional influye favorablemente en el costo de construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

Tabla 17

Cuadro comparativo sobre el costo de construcción de vanos arquitectónicos

ANÁLISIS SOBRE EL COSTO DE CONSTRUCCIÓN		
PÓRTICO TÍPICO		
Para la realización de este análisis se calculó el costo de construcción del pórtico típico visto anteriormente, este se realizó en el programa s10 y se consideraron los precios unitarios del manual de Capeco "Costos revista especializada para la construcción", como punto de partida teniendo como resultado los siguiente.		
HOJA RESUMEN PRESUPUESTO PÓRTICO		
Obra	0104002	"Pórtico convencional de albañilería confinada"
Localización	150135	JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO
n		
Fecha Al	31/09/2019	
Presupuesto base		

MATERIALES	S	4,892
	/.	.49
EQUIPOS	S	346.93
	/.	
SUBCONTRATOS	S	
	/.	
Total	S	7,878.1
descompuesto	/.	6
costo directo		

Nota: Los precios de los recursos no incluyen I.G.V. son vigentes al: 31/09/2019

Este presupuesto arroja que para la realización de un pórtico que incluye columnas, zapatas y vigas el costo de realización de esta construcción sería S/. 10,941.53 incluido IGV.

ARCO TÍPICO

Para la realización de este análisis se calculó el costo de construcción del Arco típico propuesto visto anteriormente, este se realizó en el programa s10 y se consideraron los precios unitarios del manual de Capeco como punto de partida teniendo como resultado los siguiente.

HOJA RESUMEN PRESUPUESTO PROTOTIPO ARCO

Obra **010400** **"Arco típico de albañilería simple"**
 2
Localización **150135** **JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO**
Fecha Al **31/09/2019**

Presupuesto base

	SUBCONTRAT	S 443.20
	OS	/.
	Total	S 1,615.2
	descompuesto	/.
	costo directo	2
<p>Nota: Los precios de los recursos no incluyen I.G.V. son vigentes al : 31/08/2019</p>		
<p>(1) PRESUPUESTO CON PARTIDAS DEL EXPEDIENTE</p>		
<p>Este presupuesto arroja que para la realización de un pórtico que incluye columnas, zapatas y vigas el costo de realización de esta construcción sería S/. 2,243.89 incluido IGV.</p>		

De esta comparación se concluye que el sistema de arcos a base de albañilería convencional influye positivamente al costo de construcción, esto se afirma con el ahorro monetario que se lograría al realizar vanos utilizando arcos de albañilería convencional.

4.2.6 Hipótesis específica h5

El uso de arcos de albañilería convencional influye positivamente en la Modulación constructiva de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

Tabla 18

Cuadro comparativo sobre la modulación constructiva en la construcción de vanos arquitectónicos

ANÁLISIS SOBRE LA MODULACIÓN CONSTRUCTIVA

PÓRTICO TÍPICO

En cuanto a la modulación constructiva, el sistema aporticado cuenta con gran versatilidad puesto que desde la etapa de diseño se puede modular los elementos internos que lo conforman como por ejemplo las columnas, vigas y así configurar espacios modulares a disposición del proyecto edificatorio.



ARCO TÍPICO

La modulación por parte del sistema a base de arcos se da al visualizar elementos arquitectónicos iguales en la concepción de espacios y al comunica estos con vanos en el desarrollo de los arcos los cuales pueden ser unificados dependiendo del planteamiento presentado por el arquitecto, como se aprecia en la figura el diseño fue pensado en una trama lo cual permitió la modulación del arco típico en la edificación.



De esta comparación se concluye que el sistema de arcos a base de albañilería convencional influye positivamente en la modulación constructiva al reducir el módulo de apertura de vanos como se puede apreciar en el proyecto arquitectónico planteado.

CAPÍTULO V: PROYECTO ARQUITECTÓNICO

5.1 Memoria Descriptiva

5.1.1 Conceptualización del proyecto arquitectónico

La conceptualización del proyecto se centró en ver las características aprovechables en cuanto a la investigación propuesta:

Resistencia del prototipo de arco

El prototipo fue electo gracias a las características de resistencia que presentó en las pruebas realizadas, ya que el proceso constructivo de este arco fue factible y no presentó problemas, esto gracias a la forma que presenta es simple, pero efectiva, el costo de construcción no fue elevada para la resistencia que presentó, las características que presentó el arco en su fabricación brindan facilidades en cuanto al aceleramiento del proceso constructivo esto por la capacidad de prefabricación que presenta en la cimbra y al poder aplicar una modulación constructiva en el diseño de la edificación. A continuación, se expone el prototipo vencedor el cual será el referente principal en cuanto a la concepción de los elementos de soporte y de apertura de vanos en la propuesta arquitectónica.

RESULTADO DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROTOTIPO DENOMINADO ARC-T1	
Denominación	ARC-T1
Tipología	Arco de medio punto
Fecha de fabricación	20/07/17
Dimensiones del ARC-T1	3.00 m x 1.50 m x 0.50 m
Lugar de fabricación	Puzo-Chilca
Material usado en cimbra	Madera cepillada de 2"x2"x10.5", tornillo de 5x60mm, triplay de 6mm, clavos de 1"
Material usado en el arco	Se utilizó ladrillo king kong 18 huecos con mortero elaborado de cemento y arena fina



<p>Albañilería</p>	<p>Para la albañilería del arco se utilizó ladrillo king kong de 18 huecos con un tipo de amarre mixto entre soga y cabeza utilizado mortero de concreto compuesto de cemento y arena fina.</p>	
<p>Prueba de resistencia</p>	<p>Para la prueba de resistencia se procedió a la habilitación de elementos puntuales de carga, esto se logró llenando costales con tierra encontrada en el lugar, para tener un conteo de la capacidad de carga del prototipo se dio una media exacta en el costal y así poder analizar la capacidad de carga del prototipo.</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>La presente ficha de observación de codificación ARC-T1 muestra el valor estructural del arco de medio punto aplicado a la albañilería convencional dándole un valor agregado a esta albañilería en la concepción de la forma y de esta mara lograr un elemento estructural de menor coste. Posterior al descimbrado se observó que la estructura no presentó ninguna falla técnica lo que dio por resultado el alcance de su máxima resistencia.</p> <p>Tras la prueba de resistencia a la que se sometió el prototipo en cual la carga bruta que resistió el arco fue de 810kg se observó que el arco resistió la carga puntual no presentando ningún tipo de faya estructural.</p>	
<p>Conclusión</p>	<p>Se concluyó que el prototipo ARC-T1 es ideal para la construcción puesto que al estar en contacto directo con el medio ambiente durante dos años no presentó ninguna faya y probó su eficacia al soportar la prueba de resistencia lo cual lo hace ideal para la concepción de edificaciones.</p>	

Contexto para desarrollar

La propuesta se realizó en Chilca, esta parte de Huancayo anteriormente había sufrido un crecimiento menor comparándolo con Huancayo y Tambo. Esta característica hace que el lugar de pruebas sea un referente para tomar en cuenta para las personas que piensen en realizar sus viviendas.

Datos para considerar

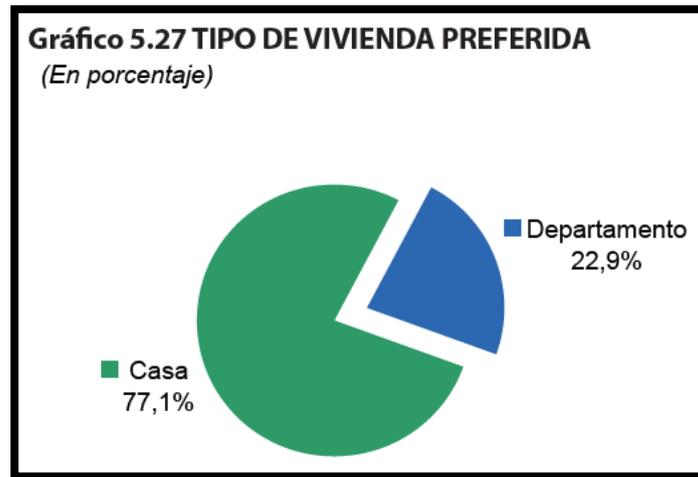


Figura 31. Tipo de vivienda preferida. Tomado de “Censos Nacionales de Población y vivienda: 1993,2007 y 2017”, por Miyashiro y otros, 2009, Fondo Mi Vivienda S.A. Lima, Perú.

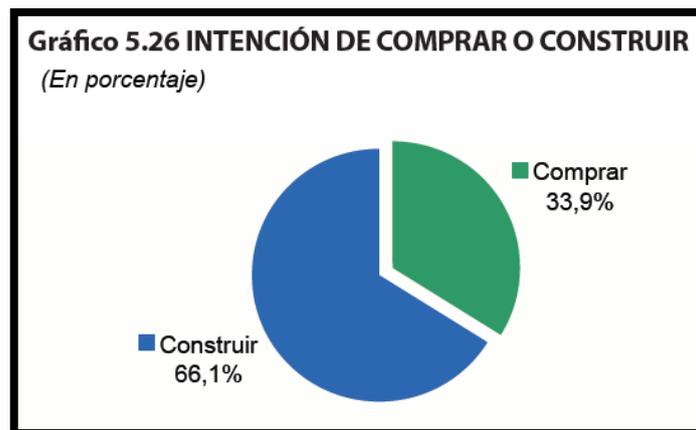


Figura 32. Intención de comprar o construir. Tomado de “Censos Nacionales de Población y vivienda: 1993,2007 y 2017”, por Miyashiro y otros, 2009, Fondo Mi Vivienda S.A. Lima, Perú.

Indicador	Huancayo	Chilca	Tambo	Total
Habitaciones	4	3	4	4
Hogares por vivienda	1	1	1	1
Hogares exclusivos (%)	91,8	89,3	92,6	91,6
Hogares allegados (%)	8,2	10,7	7,4	8,4

Figura 33. Indicadores habitacionales. Tomado de “Censos Nacionales de Población y vivienda: 1993,2007 y 2017”, por Miyashiro y otros, 2009, Fondo Mi Vivienda S.A. Lima, Perú.

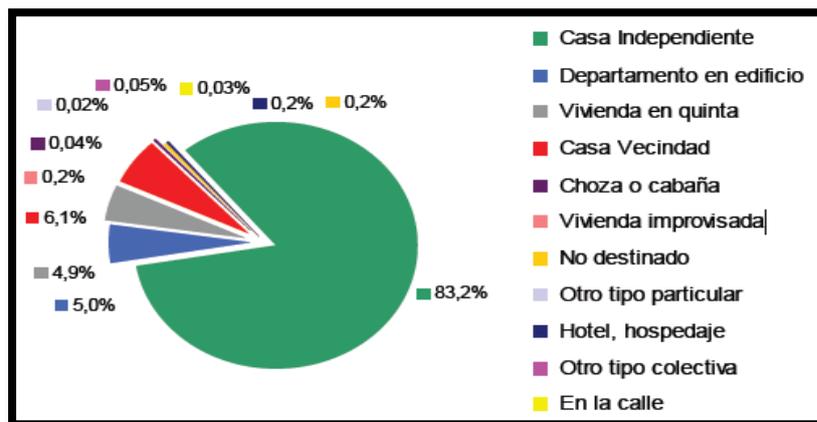


Figura 34. Tipo de vivienda. Tomado de “Censos Nacionales de Población y vivienda: 1993,2007 y 2017”, por Miyashiro y otros, 2009, Fondo Mi Vivienda S.A. Lima, Perú.

Características	NSE B	NSE C	NSE D
Vivienda Actual			
Área construida (m ²)	124,0	116,5	97,7
Baños	2	1	1
Dormitorios	4	3	2
Ambientes	5	5	4
Vivienda Ideal			
Terreno (m ²)	133,4	119,5	116,1
Área construida (m ²)	109,0	98,7	86,7
Baños	2	2	1
Dormitorios	4	3	3
Ambientes	5	6	5

Figura 35. Características de la vivienda actual frente a la vivienda ideal por NSE. Tomado de “Censos Nacionales de Población y vivienda: 1993,2007 y 2017”, por Miyashiro y otros, 2009, Fondo Mi Vivienda S.A. Lima, Perú.

Cuadro 5.6 PROMEDIO DE LOS INGRESOS Y GASTOS DEL HOGAR				
<i>(En nuevos soles)</i>				
Rubros	NSE B	NSE C	NSE D	Total
Ingreso neto conyugal	1 507	1 223	1 041	1 229
Gastos en el hogar (sin alquiler)	1 123	693	565	755
Gastos en el hogar (con alquiler)	1 350	795	652	885
Gasto en alimentos y bebidas	283	213	197	225
Gasto en salud	82	23	12	33
Gasto en transportes y comunicaciones	166	89	75	104
Gasto en vestido y calzado	57	41	29	41
Gasto en muebles y enseres	50	33	22	33
Gasto en educación	137	39	41	65
Gasto en otros bienes y servicios	348	256	188	255
Gasto en alquiler	227	102	87	131

Figura 36. Promedio de los ingresos y gastos del hogar. Tomado de “Censos Nacionales de Población y vivienda: 1993,2007 y 2017”, por Miyashiro y otros, 2009, Fondo Mi Vivienda S.A. Lima, Perú.

Teniendo en cuenta estos datos y lo que se observa, en primer lugar, en cuanto al desarrollo de las áreas de crecimiento urbano se toma como concepto la vivienda social de bajo costo, cuya propuesta debería de responder a los caracteres anteriormente expuestos, teniendo como elemento predominante al arco de medio punto que dio los mejores resultados bajo el análisis anteriormente expuesto. La propuesta sintetizará la investigación en una edificación que utilizará los arcos en la construcción de los vanos arquitectónicos para la realización de una vivienda unifamiliar de bajo coste.

5.1.2 Alcances y objetivos del proyecto arquitectónico

El presente proyecto tiene como objetivo plantear un prototipo de vivienda unifamiliar de interés social y de bajo costo utilizando el arco que demostró mejores características en cuanto al proceso constructivo, peso por m², prefabricación, costo de construcción y modulación constructiva.

Asimismo, el arco que cuyas características fueron las mejores responde al código (ARC-T1) perteneciente a la tipología de arco de medio punto. El proyecto es pensado de manera que pueda realizarse en ámbitos donde pueda brindar una solución alternativa de obtener una buena calidad de vida aún bajo costo menor que utilizando los sistemas típicos como el sistema de construcción aporticada. Además, el planteamiento general del proyecto se realizó teniendo en cuenta un contexto de crecimiento urbano como presenta el terreno de pruebas ubicado en barrio de Puzo Chilca.

5.1.3 Ubicación geográfica

El departamento de Junín se encuentra en la zona central sur del Perú, Junín está dividido en nueve provincias: Huancayo, Jauja, Concepción, Yauli, Junín, Chanchamayo, Satipo y Tarma.

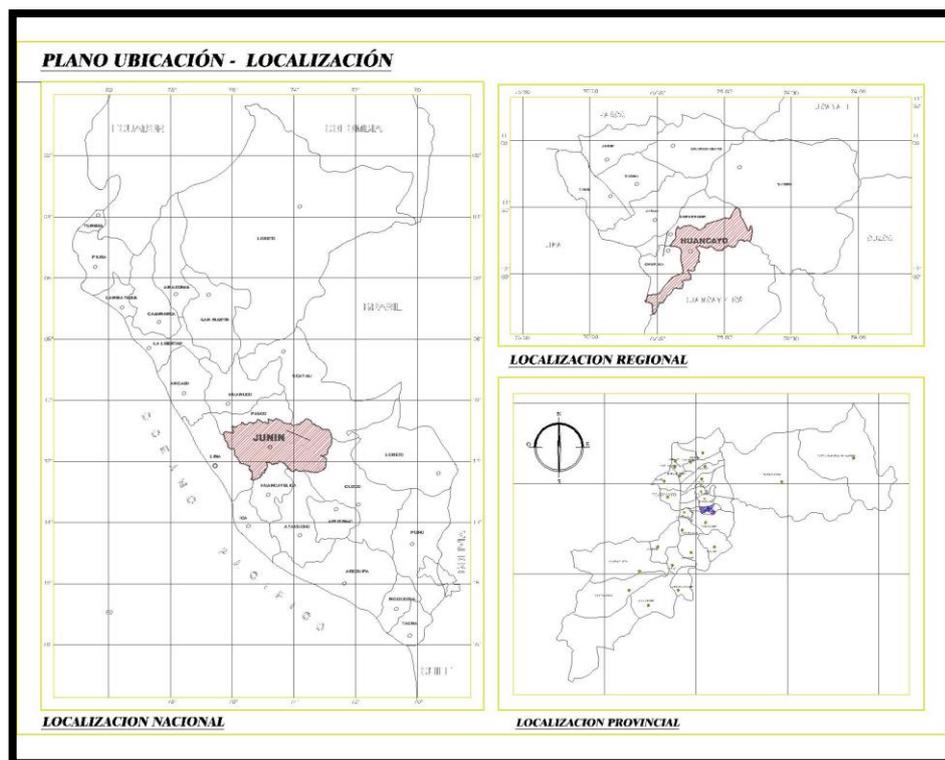


Figura 37. Ubicación política

5.1.4 Ubicación geográfica

- Distrito : Chilca
- Provincia : Huancayo
- Región política : Junín
- Zona : Urbana
- Altitud : 3220 m.s.n.m.
- Latitud Sur : $12^{\circ} 05' 28.40''$
- Longitud Oeste : $75^{\circ} 13' 02.11''$

5.1.5 Descripción del terreno

El terreno se encuentra ubicado en Calle Túpac Amaru, que está situado en el barrio de Puzo, distrito de Chilca, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín.

- a) **Área del terreno** : 402.7 m²
- b) **Perímetro del terreno:** 99.25 m²

c) **Dimensiones**

- **Oeste** : 10.73 m²
- **Norte** : 37.90 m²
- **Sur** : 40.30 m²
- **Este** : 10.32 m²

d) **Parámetros urbanísticos-PDU**

- **Densidad neta** :550-1300 hab/ha
- **Área de lote** :90 – 120 m²
- **Frente de lote** :6.00 m
- **Altura de edificación** :3 pisos más azotea
- **Retiro frontal** :3.00 m
- **Aportes de la habilitación** :13%

Recreación : 8%

Educación : 2%

Otros usos : 2%

Parques zonales : 1%

5.1.6 Topografía del terreno

La topografía del terreno no presenta una pendiente que podría influir en los criterios de diseño, desde la parte del ingreso que se ubica la vía hacia la parte superior que colinda con terreno de terceros.

Sección A-A

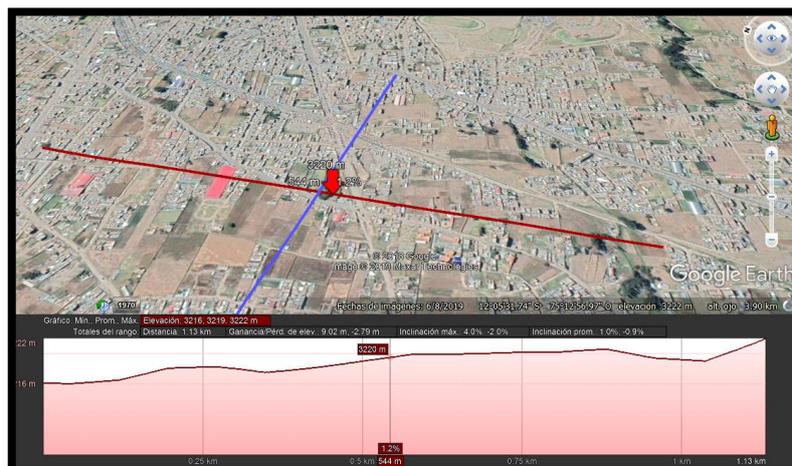


Figura 38. Sección A-A de la topografía del terreno, por Google Earth. 17 de marzo de 2018

Sección B-B

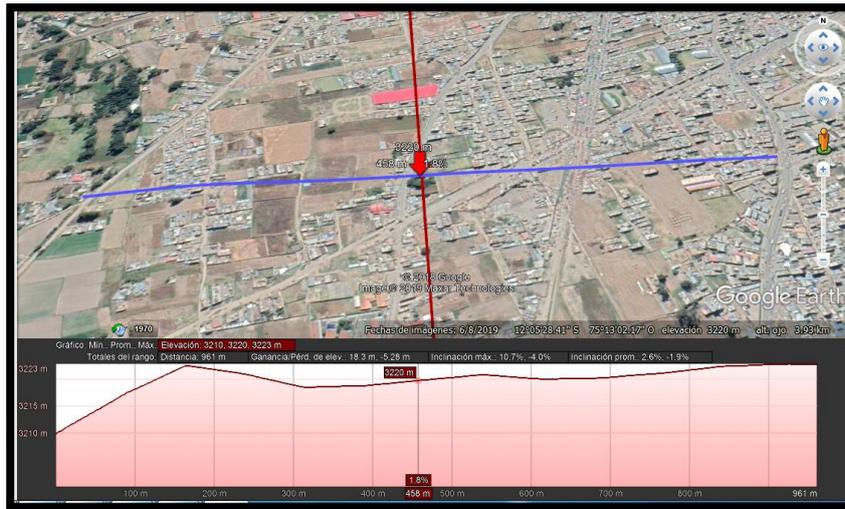


Figura 39. Sección B-B de la topografía del terreno, por Google Earth. 17 de marzo de 2018

5.1.7 Justificación funcional

El diseño se realizó teniendo en consideración el sistema constructivo a base de arcos con albañilería convencional compuesto de ladrillos king kong 18 huecos y mortero de concreto, estos elementos serán usados en la conformación de arcos, los cuales funcionarán como elementos estructurales para la vivienda y de esta manera comprobar la factibilidad este elemento en la concepción de vanos e incluso como elementos de soporte para la propuesta arquitectónica, de esta manera observar la influencia que provoca este elemento en la edificación.

La distribución espacial fue pensada con la idea de obtener espacios confortables para una vivienda unifamiliar y satisfacer las necesidades que una familia promedio presenta logrando espacios con buena iluminación y ventilación.

5.1.8 Normatividad

5.1.8.1 Norma A.010 condiciones generales de diseño

Artículo 19. Los pozos para iluminación y ventilación natural deberán cumplir con las siguientes características: para viviendas unifamiliares, tendrán una dimensión mínima de 2.00 m por lado medido entre las caras de los lados que definen el pozo.

Artículo 22. Los ambientes con techos horizontales tendrán una altura mínima de piso terminado al cielo raso de 2.30m.

Artículo 24. Las vigas y dinteles deberán estar a una altura mínima de 2.10 m sobre el piso terminado.

Artículo 52. Los elementos de ventilación de los ambientes deberán tener los siguientes requisitos:

- El área de abertura del vano hacia el exterior no será inferior al 5% de la superficie de la habitación que se ventila.
- Los servicios sanitarios, almacenes y depósitos pueden ser ventilados por medios mecánicos o mediante ductos de ventilación.

Artículo 65. Las características a considerar en la provisión de espacios de estacionamientos de uso privado serán los siguientes: dos estacionamientos continuos: ancho 2.50 m cada uno, estacionamiento individual: ancho 2.70m cada uno.

5.1.8.2 Norma A.020 vivienda

Artículo 19. Las ventanas que dan ventilación e iluminación a los ambientes deberán tener un cierre adecuado a las condiciones del clima.

Artículo 26. Las instalaciones eléctricas serán de una tensión de 220 voltios y contar con dispositivos automáticos de interrupción por sobrecarga y podrán ser empotrados o visibles.

Artículo 27. Las instalaciones de gas deberán contar con medidores individuales por cada vivienda, los mismos que estarán colocados al exterior de la vivienda o en un espacio de uso común.

5.1.9 Cubierta

En cuanto a las cubiertas propuestas se eligieron dos tipologías, la primera es una cobertura a dos aguas compuesto por una estructura metálica y teja de arcilla cocida las cuales desembocarían en canaletas que posteriormente serian integradas a la red de

desagüe pluvial. La siguiente tipología de cubierta sería una losa de concreto armado de $e=20$ cm, esta losa descansaría sobre los arcos propuestos.

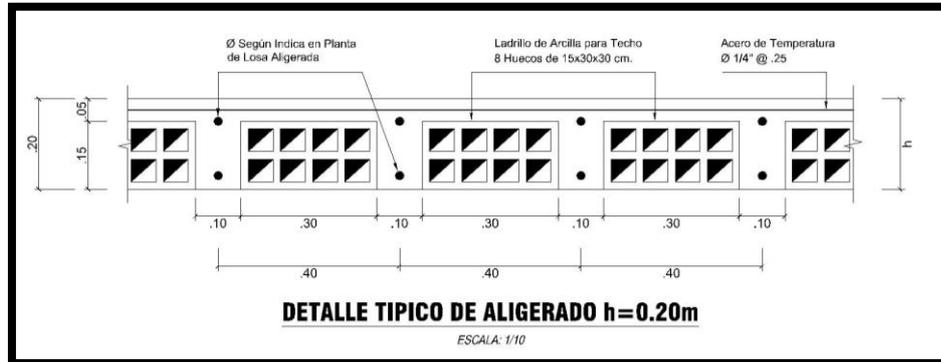


Figura 40. Corte losa aligerada típica

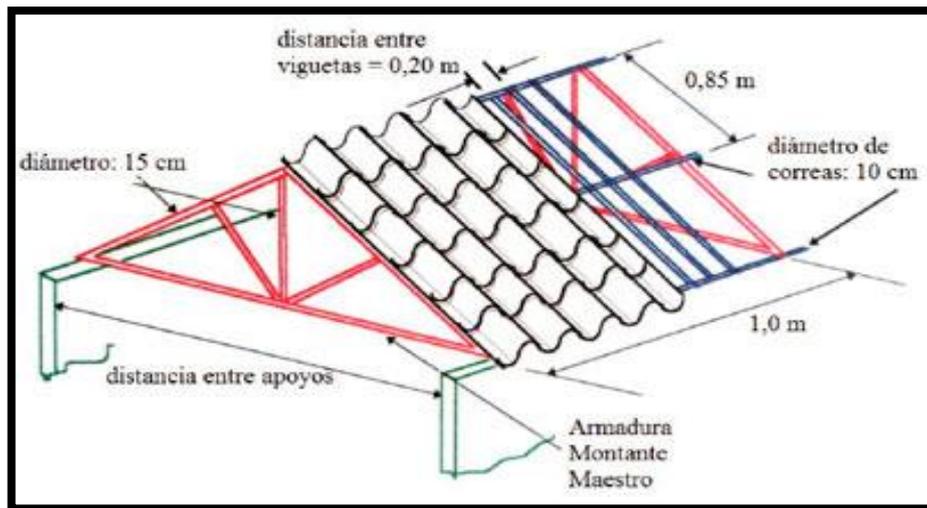


Figura 41. Isometría cobertura a dos

5.1.10 Instalaciones eléctricas y sanitarias

Las tuberías, tanto de las instalaciones eléctricas como de las sanitarias, serán realizadas de la manera convencional en los muros, losa y piso, la instalación del sistema eléctrico y sanitario no interferiría con la estructura planteada.

5.1.11 Acciones sísmicas

El terreno es considerado como zonificación R5, lo cual no presenta impedimento para la propuesta de vivienda unifamiliar. Según el mapa de zonas sísmicas, el terreno está ubicado en zona tres, por lo cual en el planteamiento de arquitectónico se tuvo en consideración el uso de dos niveles como máximo, el uso de albañilería convencional en los arcos permite la estabilidad de la propuesta lo cual puede ser apreciado en el plano arquitectónico.

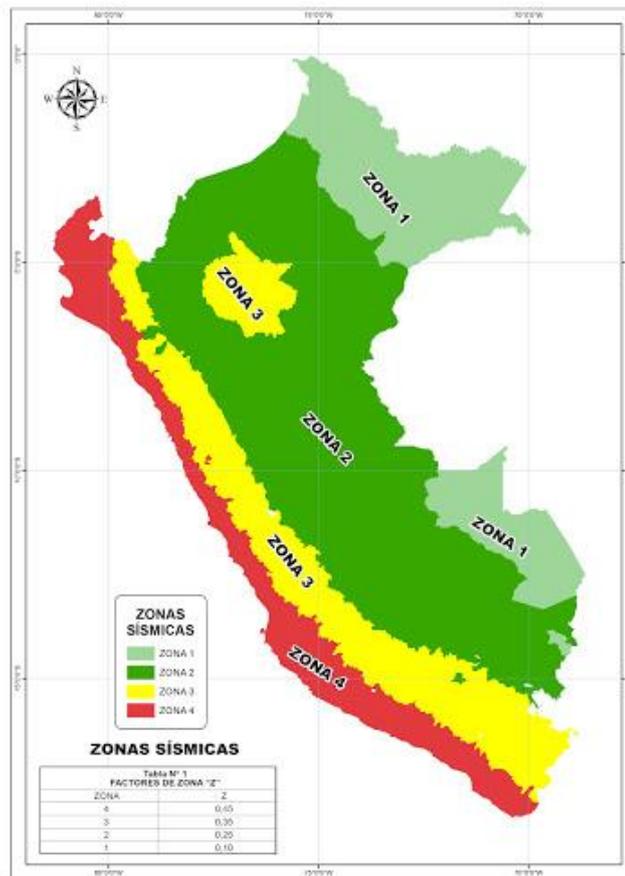


Figura 42. Mapa de zonas sísmicas de Perú. Tomado del “Decreto Supremo que modifica la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N.011-2006-Vivienda, modificada con Decreto Supremo N.002-2014-Vivienda” del Decreto Supremo N. 003-2016-Vivienda, 2016, Lima, Perú.

TABLA 2 LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

Figura 43. Límites en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales. Tomado del “Decreto Supremo que modifica la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N.011-2006-Vivienda, modificada con Decreto Supremo N.002-2014-Vivienda” del Decreto Supremo N. 003-2016-Vivienda, 2016, Lima, Perú.

5.1.12 Propuesta Arquitectónica

5.1.12.1 Idea rectora

Luego de haber obtenido los datos mediante la ficha de observación y el análisis realizado a los prototipos de arco propuestos se concluyó lo siguiente:

El elemento estructural para este proyecto será realizado con el arco de medio punto de código (ARC-T1), ya que demostró mayor resistencia en las pruebas, primero porque resistió 810 kg puntuales sobre él. Luego de tener este elemento se comenzó el proceso de diseño de la edificación concibiendo ambientes únicos y estéticos mediante los arcos de medio punto.

Según la idea de conseguir vanos a base de arcos de medio punto es que fueron pensados los espacios que conformarían el diseño arquitectónico que se enfocara en buscar un proyecto arquitectónico que resalte el sistema constructivo propuesto brindando

confort, habitabilidad y estética cumpliendo con los estándares requeridos en cuanto a normatividad.

5.1.12.2 Anteproyecto

Función. En este aspecto se determina la relación coherente entre los ambientes, la iluminación y ventilación de manera que proyecto no carezca de estas características.

Para el planteamiento se tomó en consideración los espacios mínimos para el desarrollo de las actividades convencionales de una familia.

Espacio. La configuración de los espacios se observa en el planteamiento general, el cual trata de aprovechar las características del terreno, generando espacios de intimidad que funciones con los espacios sociales que una vivienda requiere tratando de obtener una vivienda con iluminación y ventilación natural.

Forma y volumen. La configuración volumétrica se basa en una idea arquitectónica moderna que busque la armonía con los elementos estructurales que por origen vienen de la arquitectura clásica, este volumen se organiza teniendo en cuenta los parámetros normativos.

5.1.13 Programa arquitectónico

El presente programa arquitectónico basó la elección de espacios para una familia de cuatro integrantes, cuyos ambientes serán concebidos por los arcos como elementos estructurales en la fabricación de vanos.

Programa arquitectónico					
Vivienda					
Zona	Subzona	Espacio	Cant.	Área espacial (m2)	Área zona (m2)
Social	Social	Sala	1	15.30	82.33
		Comedor	1	10.50	
		Estar	1	12.37	
		Descanso	1	14.16	
		Área de juegos	1	30.00	
Intimo	Intimo	Dormitorios padres	1	13.24	111.19
	Intimo	Dormitorio hijo 1	1	16.50	
	Intimo	Dormitorio hijo 2	1	16.50	
	Educativo	Estudio	1	14.50	
	Intimo	Terraza parrilla	1	29.80	
	Intimo	Baño visitas	1	4.44	
	Intimo	Baño dormitorio padres	1	3.61	
	Intimo	Baño dormitorio hijo 1	1	6.30	
	Intimo	Baño dormitorio hijo 2	1	6.30	
Servicios	Servicios	Cocina	1	14.30	66.12
	Servicios	Lavandería	1	9.04	
	Servicios	Cochera	1	27.00	
	Servicios	Taller	1	15.78	
Sub total vivienda					259.64
35% muros y circulación					90.87
Área total construida					350.47
Área libre					132.30

5.1.14 Planos de vivienda en Puzo

Plano de ubicación y localización

Plano de arquitectura

Plano de techos

Cortes

Elevaciones

CONCLUSIONES

1. Gracias a la elaboración del prototipo de arco, la resistencia que presentó en la prueba carga en la cual se logró resistir 810 kg sobre su estructura y a los grandes referentes históricos como el Coliseo Romano, el Arco del Triunfo y los Acueductos, los cuales comprueban la validez de este sistema. Se concluye que los arcos de medio punto construidos con albañilería convencional hacen factible la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019.

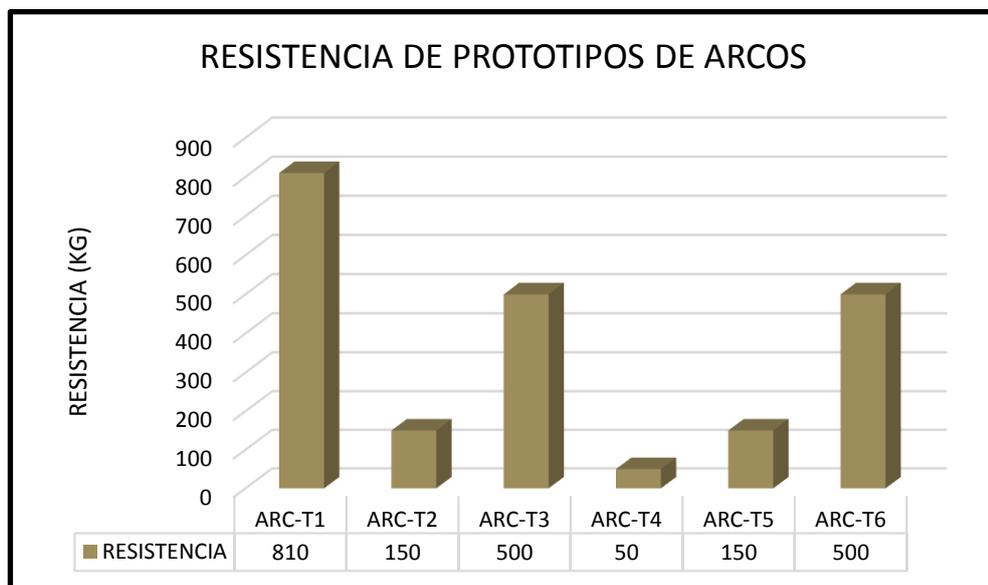


Figura 44. Resumen resistencia de prototipos

2. Al observar el resultado de la prueba de carga sobre el arco de medio punto, el cual logró la mayor resistencia, podemos calcular el peso por metro cuadrado que resistió la estructura sin colapsar ni sufrir alguna falla en su integridad. El arco de medio punto logró resistir 191.94 kg/m², esto se infiere del peso que resistió la estructura lo cual fue de 810 kg. Esto se compara con una viga típica mayormente utilizada en viviendas convencionales cuyas medidas son de 0.20 m x 0.25 m el peso por m² es de 120.00 kg/m², de estos datos podemos afirmar que el prototipo de arco influye favorablemente en la construcción de vanos arquitectónicos si dintel de soporte en vista que presenta una resistencia comparable al de una viga de concreto armado con refuerzo.

3. En cuanto al proceso constructivo se puede afirmar que el arco como elemento para la construcción de vanos arquitectónicos influye positivamente en el proceso constructivo en el sentido que acorta los procesos para la realización del vano arquitectónico sin dintel. Esto se comprueba con las tablas realizadas anteriormente donde se aprecia la cantidad de partidas que se ahorran en la realización de vanos arquitectónicos sin dintel a base de arcos.

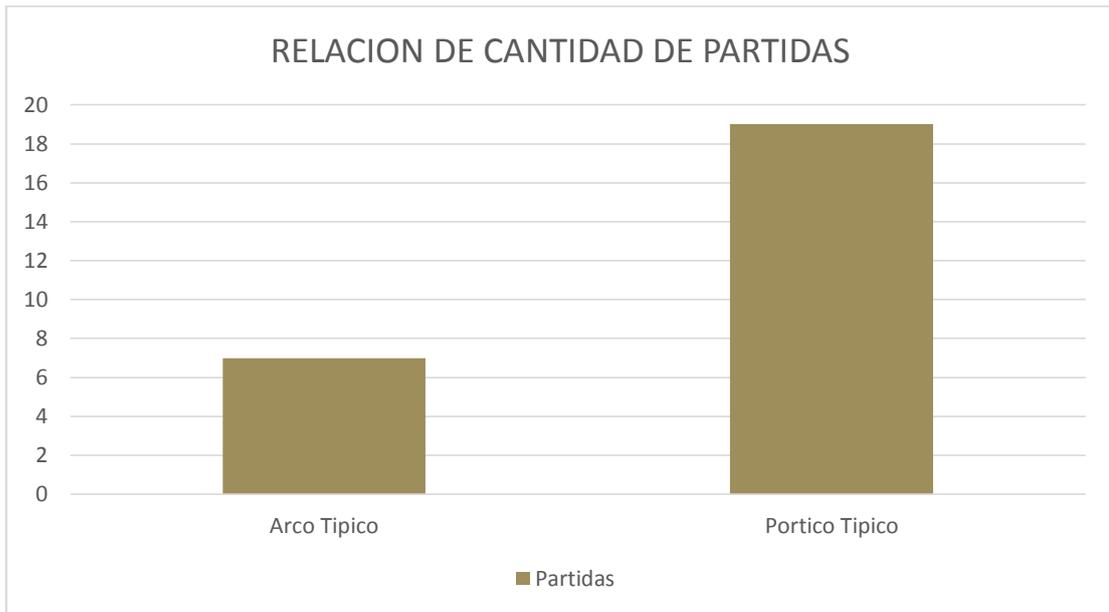


Figura 45. comparativo entre la cantidad de partidas del arco y pórtico típicos

4. En cuanto a la prefabricación se concluye que el arco influye positivamente gracias a la capacidad de realización de la cimbra previa a la utilización final en obra, además de tener elementos prefabricados como, por ejemplo, el ladrillo king kong 18 huecos. Estas características influyen favorablemente porque acortan el tiempo de construcción al tener elementos realizados con anterioridad aplicables de inmediato en la construcción de edificaciones ya en obra.
5. Se concluye que el uso del arco de albañilería convencional influye favorablemente en el costo de construcción, esto fue comprobado realizando el presupuesto de un arco típico y un pórtico, los cuales tienen las mismas dimensiones en el programa de S10, el cual arrojó una gran variación en el precio de construcción favorable para el arco al ser menor su costo. Por este motivo se concluye que es favorable el arco, ya que influye

favorablemente en el costo de construcción de un vano arquitectónico.

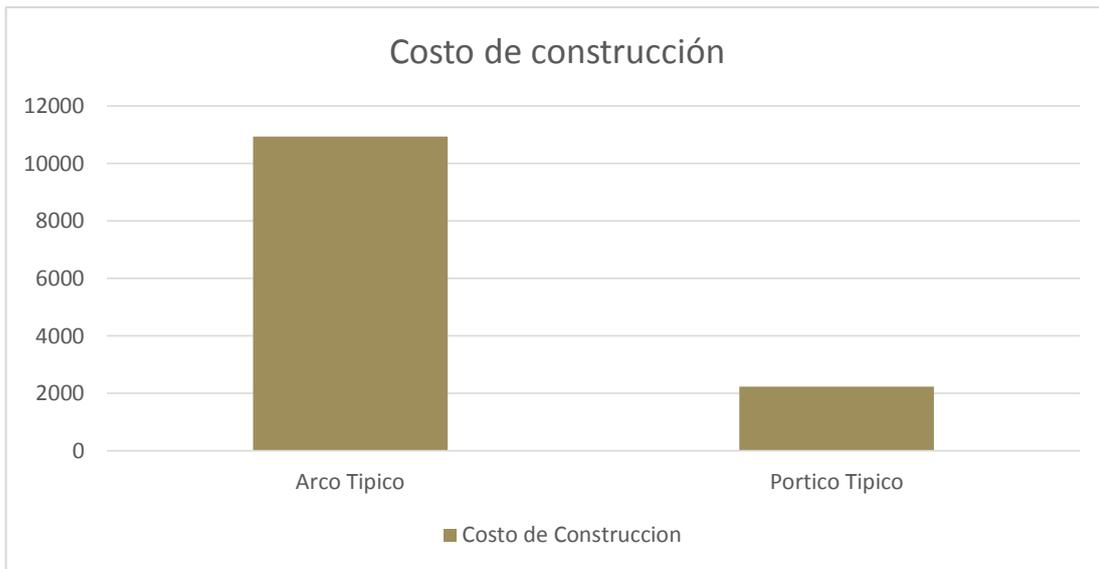


Figura 46. Comparativo entre el costo de construcción de un Arco Típico y Pórtico Típico

6. En cuanto a la modulación constructiva se concluye que el arco al ser un elemento que genera dos puntos de apoyo y al tener la facultad de adaptabilidad en cuanto a sus proporciones, podría realizarse de manera modular para la concepción de espacios en una edificación.
7. Se concluye que la técnica de curado que ayudó a obtener el resultado con mayor capacidad de resistencia fue el de aspersion de agua sobre el elemento dos veces por día durante tres días.
8. Se concluye que para una edificación a base de arco de manera normativa se presenta un percance, esto debido que al no contar con refuerzo estructural el arco sería calificado como albañilería simple según indica la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Gracias a este conocimiento podemos decir que lo edificable al usar el sistema propuesto en esta investigación serían viviendas de máximo dos niveles, proyecto que debería ser aprobado mediante resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, luego de ser evaluados por Sencico.
9. Se concluye la investigación en una propuesta arquitectónica de vivienda unifamiliar, que logró resolver la concepción formal y funcional, teniendo como elemento estructural los arcos de codificación ARC-T1 (arco de medio punto). El propósito de esta vivienda fue que la población vea que hay mayores alternativas para la concepción de edificaciones de una distinta manera, logrando espacios confortables

con elementos estructurales a base de arcos los cuales reduciendo el valor económico de la vivienda y facilidad de construcción como resultado de esta.

- 10.** Con esta investigación queremos dar a conocer que para vivir confortablemente el ideal de construcción no es únicamente el sistema convencional (albañilería confinada), sino que existen alternativa como el sistema constructivo a base de arcos que históricamente han sido efectivas teniendo referentes hasta la actualidad los cuales brindan alternativas para construir edificaciones de una manera efectiva, estética y económica.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una adecuada técnica de pircado de albañilería en la concepción de arcos estructurales para la apertura de vanos en vista que los resultados óptimos de los prototipos realizados fueron de aquellos prototipos que mejor albañilería presentó y logró mejor la forma esperada.
2. Se recomienda realizar el descimbrado al día siguiente concluido el pircado del arco, puesto que esto permitirá que este elemento consiga la resistencia óptima del elemento estructural en su forma final una vez descimbrada.
3. Se recomienda realizar el curado de los arcos dos veces al día durante seis días, esto para obtener el mejor resultado en cuanto a resistencia y evitar fallas técnicas en la estructura en vista que en las pruebas realizadas en los elementos que no se aplicó el curado de esta manera no se logró conseguir la resistencia deseada.
4. Se recomienda la cimbra de madera en vista que funcionó de manera correcta en la ejecución de los arcos prototipos.
5. Se recomienda el uso de ladrillo king kong 18 huecos como fábrica para la realización de los arcos, esto gracias a la capacidad de poder agregar refuerzos por medio de estos elementos dando un factor de resistencia a los esfuerzos externos que enfrentara en elemento estructural.
6. Se recomienda una cimentación corrida en la concepción de este tipo de edificaciones; esto gracias a que de esta manera podríamos prevenir el empuje del arco y conservar su integridad aprovechando así de mejor manera las características estructurales del arco.
7. Se recomienda el siguiente tipo de amarre a razón de que fue este el que se utilizó en la realización del arco de código ARC-T1 aquel que presentó mayor resistencia en la prueba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HUERTA, S. *Arcos, bóvedas y cúpulas*. Madrid, Instituto Juan Herrera, 2004. 8497281292.
2. SANABRIA, S. The Mechanization of Design in the 16th Century: The Structural Formulae of Rodrigo Gil de Hontañón. *Society of Architectural Historians*. California, University of California Press, Vol. 41, 1982.
3. GUARDIOLA, A. y BASSET, L. *Evolución histórica del arco como elemento estructural*. 2011. <http://hdl.handle.net/10251/12871>.
4. HASSAN, F. Wikiarquitectura. University of Chicago Press. 26 de mayo de 1971. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-fathy/>. 9780226239163.
5. DOSHI, B. Wikiarquitectura. Maggioli Editore, 13 de 08 de 1978. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/sangath/>. 9788838761263.
6. DIESTE, E. wikiarquitectura. wikiarquitectura. [En línea] Eladio Dieste, 14 de 06 de 1963. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-dieste/>. 9780870707032.
7. BOTTA, M. wikiarquitectura.. [En línea] Mario Botta, 11 de setiembre de 1998. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/iglesia-de-san-juan-bautista/>
8. MONEO, R. ArchDaily. ArchDaily. [En línea] Rafael Moneo, 09 de 05 de 1937. [Citado el: 02 de 07 de 2019.] <https://www.archdaily.com/tag/rafael-moneo>. 9788409036912.
9. CHANCAFE, J. *Evaluación del confort ambiental del puesto de salud Niño Yucay-Ayacucho, ejecutado con el sistema constructivo AMARES*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro Del Perú, 2015.
10. FISHER, A. *Programa de apoyo a la modernización del sector salud y aplicación en una región*. Apurímac. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006.
11. SANCHEZ, N. *Geometría de los arcos*. Murcia: Consejería de Educación, formación y empleo, 2011. 9788469461501.
12. TORROJA, E. *Razo y ser de los tipos estructurales*. Madrid: Ediciones Doce Calles, S. L., 2010. 9788400086121.
13. GAMARRA, R. *Software para el diseño estructural de albañilería con fuerzas perpendiculares al muro*. Piura. Universidad de Piura, 2002. 95248367.
14. LAMPRECHT, H. *Opus Caementitium*. Bautechnik der Römer. Alemania: edition german, 1993. 9783764003104.
15. DELGADO, G. *Diseño Estructural de viviendas económicas*. Lima: EDICIVIL S.R.Ltda., 2006. 9786073222396.

16. GUERRA, E. *Prefabricados de concreto en la industria de la construcción*. México: Instituto Tecnológico de la Construcción, 2004. 9786073204569.
17. NOVAS, J. *Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de edificaciones en países en desarrollo*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2010. 9788492796113.
18. FLORES, A. *Sistema de cimbra y adamaos*. Tecamachalco: Instituto Politecnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura unidad tecamachalco, 2015. 9788495859419.
19. REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. Lima 2019.
20. ITURRIAGA, A. *La Vetana*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2008. 9788448612559.
21. GARCIA, R. y GARCIA, A. *Edificio y estructura de arcos, bóvedas y cúpulas*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2002. 9788469335031.
22. MARVA, J. *Mecánica aplicada a las construcciones*. Madrid. Imprenta Y Litografía de Julian Palacios, 1909. 30333467.
23. HEYMAN, J. *Diseño plástico de marcos*. Reino Unido: Cambridge University Press, 2010. 9780521730877.
24. VIARTOLA, L. Pepa Cassinello Plaza. Órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos. *Revista de Obras Públicas*: 398, Madrid, 2015, Vol. 40. 00348619.
25. EYZAGUIRRE, C. *Costos y presupuestos en edificaciones*. Lima, Macro, 2010. 9786124034732.
26. AZNAR, J. *Arquitectura modular*. Murcia, Universidad de Sevilla, 2011. 9788447214273.
27. BURKE, E. *De lo sublime y de lo bello*. España, ALIANZA, 2014. 9788420684505.
28. GUERRA, J. y otros. *Diagnóstico Urbano Plan de desarrollo urbano de Huancayo 2015-2025*. Huancayo: Municipalidad Provincial de Huancayo, 2016. 2003725283.

ANEXOS

ANEXO N. 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: USO DE ARCOS DE ALBAÑILERÍA CONVENCIONAL Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VANOS ARQUITECTÓNICOS SIN DINTEL DE SOPORTE PARA EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO AL 2019

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL</p> <p>¿Cuál es el nivel de factibilidad del uso de arcos de albañilería convencional para construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte en edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Determinar el nivel de factibilidad del uso de arcos de albañilería convencional para la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte en edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019</p>	<p>GENERAL</p> <p>El uso de arcos de albañilería convencional hace factible la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019</p>			<ul style="list-style-type: none"> • TIPO: Descriptivo • NIVEL: Exploratorio • METODO: Científico • DISEÑO: Cuasi Experimental • VARIABLES DE ESTUDIO <ul style="list-style-type: none"> • Arcos de albañilería convencional • Construcción de vanos arquitectónicos • POBLACIÓN: Tipología de vanos en forma de
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p>			
<p>1.1 ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en</p>	<p>Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional y el peso</p>	<p>El uso de arcos de albañilería convencional influye favorablemente en el</p>			

el peso por m2 en la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?	por m2 para la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019	peso por m2 sobre la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019	DEPENDIENTE: Arcos de albañilería convencional	Peso por m2 Proceso constructivo	arco propuestos en edificaciones de la ciudad de Huancayo
1.2 ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en el proceso constructivo de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?	Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional sobre el proceso constructivo de vanos arquitectónicos para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019	El uso de arcos de albañilería convencional influye positivamente en el proceso constructivo para vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019			<ul style="list-style-type: none"> • MUESTRA: Prototipos construidos en función a las posibilidades estructurales de los arcos • TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS <p>Ensayos constructivos y prototipos.</p>
1.3 ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en la prefabricación para la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para	Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional sobre la prefabricación en la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para	El uso de arcos de albañilería convencional influye positivamente en la prefabricación en la construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para			<ul style="list-style-type: none"> • INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS <p>Fichas de Observaciones, cuadros de cotejo y prototipos experimentales</p>

edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?	edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019	edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019	INDEPENDIENTE Construcción de Vanos arquitectónicos	Prefabricación	<ul style="list-style-type: none"> • TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS
1.4 ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en el costo de construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019?	Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional sobre el costo de construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019	El uso de arcos de albañilería convencional influye favorablemente en el costo de construcción de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019		Costo de construcción	<p>Estadística descriptiva factibilidad resistencia, valor estético</p> <ul style="list-style-type: none"> • PRUEBA DE HIPÓTESIS <p>Estadística que demuestre la selección más adecuada del arco construido según valor estético y resistencia plasmada en un proyecto arquitectónico idealizado.</p>
1.5 ¿De qué manera el uso de arcos de albañilería convencional influye en la Modulación constructiva de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019 ?	Determinar el nivel de influencia entre el uso de arcos de albañilería convencional sobre la Modulación constructiva de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019	El uso de arcos de albañilería convencional influye positivamente en la Modulación constructiva de vanos arquitectónicos sin dintel de soporte para edificaciones en la ciudad de Huancayo al 2019		Modulación constructiva	

ANEXO N. 02: FICHA DE OBSERVACIÓN ARC-T1

USO DE ARCOS DE ALBAÑILERÍA CONVENCIONAL Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VANOS ARQUITECTÓNICOS SIN DINTEL DE SOPORTE PARA EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO AL 2019					
UBICACIÓN			AUTOR		PROTOTIPO EJECUTADO
DEPARTAMENTO:	JUNIN		MICHEL BERNAOLA POMA		
PROVINCIA:	HUANCAYO		FECHA DE EJECUCION DEL PROTOTIPO		
DISTRITO:	CHILCA		20/07/2017		
DIRECCION:	JR. TUPAC AMARU # 1173		DATOS TECNICOS EN METROS		
COORDENADAS:	12° 5'29.48"S 75° 13'2.47"O				
ESTADO DE CONSERVACION			ALTO:	1.50	2017
EVALUACION DE LA EDIFICACION	ESTABLE	DETERIORO	RUINOSO	ANCHO:	
	PROCESO CONSTRUCTIVO			X	ESPESOR:
MATERIALES USADOS			CODIFICACION DE ARCO		2019
<p>Planificación y diseño: Se realizó la idealización del arco, elección de materiales para realizar la cimbra y el arco, se procedió al diseño de las dimensiones del arco.</p> <p>Elaboración de la cimbra: Se procedió a plasmar el diseño del arco utilizando los materiales elegidos.</p> <p>Excavación: En la elaboración del arco se procedió a la excavación de zanja para cimentación de medidas 0.50 m. de ancho por 0.40 m. de alto, por un largo de 0.60 m.</p> <p>Cimentación: Como siguiente paso se procedió al vaciado de concreto ciclópeo en la zanja anteriormente excavada, durante el proceso se procedió a dejar refuerzos de acero de construcción de ½ perpendiculares al piso.</p> <p>Albañilería del Arco: Como siguiente paso se procedió al colocado de la cimbra sobre la cimentación previamente realizada, como segundo paso se procedió al pircado de ladrillo iniciando de los extremos hacia en centro.</p> <p>Descimbrado: Concluido el pircado de ladrillo para la realización del arco se procede al descimbrado, teniendo en cuenta que el arco fue concluido el día anterior aproximadamente a las 6.00 pm.</p> <p>Curado: Una vez concluido el descimbrado del arco se procedió al curado con aplicación de agua para lograr la mejor resistencia del arco.</p>			ARC - T1		
			TIPOLOGIA DE ARCO		
			Arco de Medio Punto		
MATERIALES USADOS			MODULACION CONSTRUCTIVA		2019
<p>Materiales Usados en: Cimentacion: Se utilizo arena gruesa, cemento y acero corrugado de 3/8" de esta forma dar mayor estabilidad al arco.</p> <p>Cimbra: Se utilizo listones de madera cepillada de 2"X 2", como fijadores se utilizaron tornillos de 5x60mm y clavos de 1" y para fijar recubrimiento de la cimbra se utilizo triplay de 6mm.</p> <p>Albañileria: En cuanto ala albañileria se uso ladrillo king kong 18 huecos con mortero de arena fina y cemento andino.</p>			<p>La prefabricacion esta presente en el arco especificamente en la elavoracion de la cimbra y los elementos de fabrica, esto en vista que estos elementos fueron realizados con anterioridad en un lugar distinto al de su localizacion final.</p>		
					COSTO DE CONSTRUCCION
<p>El costo de construccion en cuanto al arco se puede apreciar de la siguiente manera: Cimbra con un precio promedio de S/. 250.00, ladrillo con un precio promedio de S/. 43.40, cemento S/. 43.00, Acero de construccion S/. 27.70, Arena gruesa comprada en sacos con un precio promedio de S/. 30.50, piedra mediana medida en sacos con un precio promedio S/. 22.00, para un total de S/. 416.60.</p>			PRUEBA DE RESISTENCIA		
			Observaciones Previas		Conclusion
					2019
			<p>Durante la prueba de resistencia se coloco varios sacos rellenos de tierra con pesos que osilaban ntre 50 kg y 40 kg como se puede apresiar en la foto, el peso final fue de 810 kg Sobre la superficie del arco el cual resistio sin presentar ingun tipo de faya. Por motivos de seguridad no se pudo continuar con el cargado de pesos.</p>		2019

ANEXO N. 03: FICHA DE OBSERVACIÓN ARC-T2

USO DE ARCOS DE ALBAÑILERÍA CONVENCIONAL Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VANOS ARQUITECTÓNICOS SIN DINTEL DE SOPORTE PARA EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO AL 2019				
UBICACIÓN		AUTOR		PROTOTIPO EJECUTADO
DEPARTAMENTO:	JUNIN	MICHEL BERNAOLA POMA		
PROVINCIA:	HUANCAYO	FECHA DE EJECUCION DEL PROTOTIPO		
DISTRITO:	CHILCA	20/07/2017		
DIRECCION:	JR. TUPAC AMARU # 1173	DATOS TECNICOS EN METRO		
COORDENADAS:	12° 5'29.48"S	ALTO:	2.70	
	75° 13'2.47"O	ANCHO:	2.35	
EVALUACION DE LA EDIFICACION	ESTABLE	DETERIORO	RUINOSO	2017
		X		
ESTADO DE CONSERVACION		ESPESOR:		PRUEBA DE RESISTENCIA
		0.50		
PROCESO CONSTRUCTIVO		MATERIALES USADOS		2019
<p>Planificación y diseño: Se realizó la idealización del arco, elección de materiales para realizar la cimbra y el arco, se procedió al diseño de las dimensiones del arco.</p> <p>Elaboración de la cimbra: Se procedió a plasmar el diseño del arco utilizando los materiales elegidos.</p> <p>Excavación: En la elaboración del arco se procedió a la excavación de zanja para cimentación de medidas 0.50 m. de ancho por 0.40 m. de alto, por un largo de 0.60 m.</p> <p>Cimentación: Como siguiente paso se procedió al vaciado de concreto ciclópeo en la zanja anteriormente excavada, durante el proceso se procedió a dejar refuerzos de acero de construcción de ½ perpendiculares al piso.</p> <p>Albañilería del Arco: Como siguiente paso se procedió al colocado de la cimbra sobre la cimentación previamente realizada, como segundo paso se procedió al pircado de ladrillo iniciando de los extremos hacia en centro.</p> <p>Descimbrado: Concluido el pircado de ladrillo para la realización del arco se procede al descimbrado, teniendo en cuenta que el arco fue concluido el día anterior aproximadamente a las 6.00 pm.</p> <p>Curado: Una vez concluido el descimbrado del arco se procedió al curado con aplicación de agua para lograr la mejor resistencia del arco.</p>		<p>Materiales Usados en: Cimentacion: Se utilizo arena gruesa, cemento y acero corrugado de 3/8" de esta forma dar mayor estabilidad al arco.</p> <p>Cimbra: Se utilizo listones de madera cepillada de 2"X 2", como fijadores se utilizaron tornillos de 5x60mm, clavos de 1" y para recubrimiento de la cimbra se utilizo triplay de 6mm.</p> <p>Albañileria: En cuanto ala albañileria se uso ladrillo artesanal con mortero de arena fina y cemento andino.</p>		
		CODIFICACION DE ARCO		Observaciones Previas
		ARC - T2		
		TIPOLOGIA DE ARCO		Conclusion
		Arco Ondulado		
		PREFABRICACION		
		<p>La prefabricacion esta presente en el arco especificamente en la elavoracion de la cimbra y los elementos de fabrica, esto en vista que estos elementos fueron realizados con anterioridad en un lugar distinto al de su localizacion final.</p>		
		COSTO DE CONSTRUCCION		
		<p>El costo de construccion en cuanto al arco se puede apreciar de la siguiente manera: Cimbra con un precio promedio de S/. 250.00 ,ladrillo con un precio promedio de S/. 43.40, cemento S/. 43.00, Acero de construccion S/. 27.70, Arena gruesa comprada en sacos con un precio promedio de S/. 30.50 , piedra mediana medida en sacos con un precio promedio S/. 22.00, para un total de S/. 416.60.</p>		
		MODULACION CONSTRUCTIVA		
		<p>La modulacion constructiva esta presente en el arco en el sentido que para la concepcion de la edificacion se tendria que pensar en un modulo de arco para generar los espacios requeridos en la edificacion de esta manera seria un arco modular el que se utilizaria en la edificacion.</p>		
		<p>El prototipo presento fisuras en los morteros, en cuanto ala ejecucion del arco no se llevo a tener la forma arqueada deseada. Presento fallas estructurales los cuales no permitian realizar la prueba de resistencia por motivos de seguridad.</p>		<p>No se realizo prueba de resistencia por la mala condicion del arco, al ser halto presento un riesgo para la seguridad durante la realizacion de la prueba.</p>

ANEXO N. 05: FICHA DE OBSERVACIÓN ARC-T4

USO DE ARCOS DE ALBAÑILERÍA CONVENCIONAL Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VANOS ARQUITECTÓNICOS SIN DINTEL DE SOPORTE PARA EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO AL 2019							
UBICACIÓN			AUTOR		PROTOTIPO EJECUTADO		
DEPARTAMENTO:	JUNIN		MICHEL BERNAOLA POMA			<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold; margin-right: 5px;">2017</div>  </div>	
PROVINCIA:	HUANCAYO		FECHA DE EJECUCION DEL PROTOTIPO				
DISTRITO:	CHILCA		20/07/2017				
DIRECCION:	JR. TUPAC AMARU # 1173		DATOS TECNICOS EN METROS				
COORDENADAS:	12° 5'29.48"S		ALTO: 1.50				
	75° 13'2.47"O				ANCHO: 2.50		
ESTADO DE CONSERVACION			ESPESOR: 0.50				
EVALUACION DE LA EDIFICACION	ESTABLE	DETERIORO	RUINOSO				
		X					
PROCESO CONSTRUCTIVO		MATERIALES USADOS		CODIFICACION DE ARCO			
<p>Planificación y diseño: Se realizó la idealización del arco, elección de materiales para realizar la cimbra y el arco, se procedió al diseño de las dimensiones del arco.</p> <p>Elaboración de la cimbra: Se procedió a plasmar el diseño del arco utilizando los materiales elegidos.</p> <p>Excavación: En la elaboración del arco se procedió a la excavación de zanja para cimentación de medidas 0.50 m. de ancho por 0.40 m. de alto, por un largo de 0.60 m.</p> <p>Cimentación: Como siguiente paso se procedió al vaciado de concreto ciclópeo en la zanja anteriormente excavada, durante el proceso se procedió a dejar refuerzos de acero de construcción de ½ perpendiculares al piso.</p> <p>Albañilería del Arco: Como siguiente paso se procedió al colocado de la cimbra sobre la cimentación previamente realizada, como segundo paso se procedió al pircado de ladrillo iniciando de los extremos hacia en centro.</p> <p>Descimbrado: Concluido el pircado de ladrillo para la realización del arco se procede al descimbrado, teniendo en cuenta que el arco fue concluido el día anterior aproximadamente a las 6.00 pm.</p> <p>Curado: Una vez concluido el descimbrado del arco se procedió al curado con aplicación de agua para lograr la mejor resistencia del arco.</p>		<p>Materiales Usados en: Cimentacion: Se utilizo arena gruesa, cemento y acero corrugado de 3/8" de esta forma dar mayor estabilidad al arco.</p> <p>Cimbra: Se utilizo listones de madera cepillada de 2"X 2", como fijadores se utilizaron tornillos de 5x60mm, clavos de 1" y para recubrimiento de la cimbra se utilizo triplay de 6mm.</p> <p>Albañileria: En cuanto ala albañileria se uso ladrillo king kong 18 huecos con mortero de arena fina y cemento andino.</p>		ARC - T4			
				TIPOLOGIA DE ARCO		<p>La prefabricacion esta presente en el arco especificamente en la elavoracion de la cimbra y los elementos de fabrica, esto en vista que estos elementos fueron realizados con anterioridad en un lugar distinto al de su localizacion final.</p>	
				PREFABRICACION			
				COSTO DE CONSTRUCCION		MODULACION CONSTRUCTIVA	
<p>El costo de construccion en cuanto al arco se puede apreciar de la siguiente manera: Cimbra con un precio promedio de S/. 250.00 ,ladrillo con un precio promedio de S/. 43.40, cemento S/. 43.00, Acero de construccion S/. 27.70, Arena gruesa comprada en sacos con un precio promedio de S/. 30.50 , piedra mediana medida en sacos con un precio promedio S/. 22.00, para un total de S/. 416.60.</p>		<p>La modulacion constructiva esta presente en el arco en el sentido que para la concepcion de la edificacion se tendria que pensar en un modulo de arco para genrar los espacios requeridos en la edificacion de esta manera seria un arco modular el que se utilizaria en la edificacion.</p>		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold; margin-right: 5px;">2019</div>  </div>			
				Observaciones Previas		Conclusion	
<p>El prototipo presento fisuras en los morteros, en cuanto ala ejecucion del arco no se llevo a tener la forma arqueada deseada, Por otra parte su naturaleza asimetrica hace que el arco presente menor resistencia a una carga puntual</p>		<p>Durante la prueba de resistencia se coloco un saco de 50 kg. Sobre la superficie del arco el no resistio el peso como resultado fallo la estructura y fue destruida como se aprecia en la imagen.</p>					

ANEXO N. 06: FICHA DE OBSERVACIÓN ARC-T5

USO DE ARCOS DE ALBAÑILERÍA CONVENCIONAL Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VANOS ARQUITECTÓNICOS SIN DINTEL DE SOPORTE PARA EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO AL 2019									
UBICACIÓN			AUTOR		PROTOTIPO EJECUTADO				
DEPARTAMENTO:	JUNIN	MICHÉL BERNAOLA POMA	FECHA DE EJECUCION DEL PROTOTIPO			2017			
PROVINCIA:	HUANCAYO	20/07/2017							
DISTRITO:	CHILCA			DATOS TECNICOS EN METRO					
DIRECCION:	JR. TUPAC AMARU # 1173	ALTO: 1.40							
COORDENADAS:	12° 5'29.48"S			ANCHO: 2.00					
ESTADO DE CONSERVACION			ESPESOR: 0.50						
EVALUACION DE LA EDIFICACION	ESTABLE	DETERIORO			RUINOSO		CODIFICACION DE ARCO		
	X								
PROCESO CONSTRUCTIVO		MATERIALES USADOS		TIPOLOGIA DE ARCO					
<p>Planificación y diseño: Se realizó la idealización del arco, elección de materiales para realizar la cimbra y el arco, se procedió al diseño de las dimensiones del arco.</p> <p>Elaboración de la cimbra: Se procedió a plasmar el diseño del arco utilizando los materiales elegidos.</p> <p>Excavación: En la elaboración del arco se procedió a la excavación de zanja para cimentación de medidas 0.50 m. de ancho por 0.40 m. de alto, por un largo de 0.60 m.</p> <p>Cimentación: Como siguiente paso se procedió al vaciado de concreto ciclópeo en la zanja anteriormente excavada, durante el proceso se procedió a dejar refuerzos de acero de construcción de ½ perpendiculares al piso.</p> <p>Albañilería del Arco: Como siguiente paso se procedió al colocado de la cimbra sobre la cimentación previamente realizada, como segundo paso se procedió al pircado de ladrillo iniciando de los extremos hacia en centro.</p> <p>Descimbrado: Concluido el pircado de ladrillo para la realización del arco se procede al descimbrado, teniendo en cuenta que el arco fue concluido el día anterior aproximadamente a las 6.00 pm.</p> <p>Curado: Una vez concluido el descimbrado del arco se procedió al curado con aplicación de agua para lograr la mejor resistencia del arco.</p>		<p>Materiales Usados en: Cimentación: Se utilizo arena gruesa, cemento y acero corrugado de 3/8" de esta forma dar mayor estabilidad al arco.</p> <p>Cimbra: Se utilizo listones de madera cepillada de 2"X 2", como fijadores se utilizaron tornillos de 5x60mm, clavos de 1" y para recubrimiento de la cimbra se utilizo triplay de 6mm.</p> <p>Albañilería: En cuanto ala albañilería se uso ladrillo king kong 18 huecos con mortero de arena fina y cemento andino.</p>		ARCO - T5					
				COSTO DE CONSTRUCCION		MODULACION CONSTRUCTIVA			
				<p>El costo de construccion en cuanto al arco se puede apreciar de la siguiente manera: Cimbra con un precio promedio de S/. 250.00 ,ladrillo con un precio promedio de S/. 43.40, cemento S/. 43.00, Acero de construccion S/. 27.70, Arena gruesa comprada en sacos con un precio promedio de S/. 30.50 , piedra mediana medida en sacos con un precio promedio S/. 22.00, para un total de S/. 416.60.</p>		Arco Peraltado		PRUEBA DE RESISTENCIA	
						PREFABRICACION		La prefabricacion esta presente en el arco especificamente en la elaboracion de la cimbra y los elementos de fabrica, esto en vista que estos elementos fueron realizados con anterioridad en un lugar distinto al de su localizacion final.	
<p>Observaciones Previas</p> <p>El prototipo presento fisuras en los morteros, en cuanto ala ejecucion del arco no se llevo a tener la forma arqueada deseada.</p>		<p>Conclusion</p> <p>Durante la prueba de resistencia se coloco un saco de 150 kg. Sobre la superficie del arco el no resistio el peso como resultado fallo la estructura y fue destruida como se aprecia en la imagen.</p>							
				MODULACION CONSTRUCTIVA		2019			
<p>Observaciones Previas</p> <p>El prototipo presento fisuras en los morteros, en cuanto ala ejecucion del arco no se llevo a tener la forma arqueada deseada.</p>		<p>Conclusion</p> <p>Durante la prueba de resistencia se coloco un saco de 150 kg. Sobre la superficie del arco el no resistio el peso como resultado fallo la estructura y fue destruida como se aprecia en la imagen.</p>							
				<p>Observaciones Previas</p> <p>El prototipo presento fisuras en los morteros, en cuanto ala ejecucion del arco no se llevo a tener la forma arqueada deseada.</p>		<p>Conclusion</p> <p>Durante la prueba de resistencia se coloco un saco de 150 kg. Sobre la superficie del arco el no resistio el peso como resultado fallo la estructura y fue destruida como se aprecia en la imagen.</p>			

ANEXO N. 07: FICHA DE OBSERVACIÓN ARC-T6

USO DE ARCOS DE ALBAÑILERÍA CONVENCIONAL Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VANOS ARQUITECTÓNICOS SIN DINTEL DE SOPORTE PARA EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO AL 2019							
UBICACIÓN			AUTOR		PROTOTIPO EJECUTADO		
DEPARTAMENTO:	JUNIN		MICHEL BERNAOLA POMA				
PROVINCIA:	HUANCAYO		FECHA DE EJECUCION DEL PROTOTIPO				
DISTRITO:	CHILCA		20/07/2017				
DIRECCION:	JR. TUPAC AMARU # 1173		DATOS TECNICOS EN METROS				
COORDENADAS:	12° 5'29.48"S		ALTO:	1.50			
	75° 13'2.47"O		ANCHO:	2.30			
ESTADO DE CONSERVACION			ESPESOR:	0.50			
EVALUACION DE LA EDIFICACION	ESTABLE	DETERIORO	2017				
		X	RUIOSO				
PROCESO CONSTRUCTIVO		MATERIALES USADOS		CODIFICACION DE ARCO			
<p>Planificación y diseño: Se realizó la idealización del arco, elección de materiales para realizar la cimbra y el arco, se procedió al diseño de las dimensiones del arco.</p> <p>Elaboración de la cimbra: Se procedió a plasmar el diseño del arco utilizando los materiales elegidos.</p> <p>Excavación: En la elaboración del arco se procedió a la excavación de zanja para cimentación de medidas 0.50 m. de ancho por 0.40 m. de alto, por un largo de 0.60 m.</p> <p>Cimentación: Como siguiente paso se procedió al vaciado de concreto ciclópeo en la zanja anteriormente excavada, durante el proceso se procedió a dejar refuerzos de acero de construcción de ½ perpendiculares al piso.</p> <p>Albañilería del Arco: Como siguiente paso se procedió al colocado de la cimbra sobre la cimentación previamente realizada, como segundo paso se procedió al pircado de ladrillo iniciando de los extremos hacia en centro.</p> <p>Descimbrado: Concluido el pircado de ladrillo para la realización del arco se procede al descimbrado, teniendo en cuenta que el arco fue concluido el día anterior aproximadamente a las 6.00 pm.</p> <p>Curado: Una vez concluido el descimbrado del arco se procedió al curado con aplicación de agua para lograr la mejor resistencia del arco.</p>		<p>Materiales Usados en: Cimentacion: Se utilizo arena gruesa, cemento y acero corrugado de 3/8" de esta forma dar mayor estabilidad al arco.</p> <p>Cimbra: Se utilizo listones de madera cepillada de 2"X 2", como fijadores se utilizaron tornillos de 5x60mm, clavos de 1" y para recubrimiento de la cimbra se utilizo triplay de 6mm.</p> <p>Albañileria: En cuanto ala albañileria se uso ladrillo Artesanal con mortero de arena fina y cemento andino.</p>		<p>ARC - T6</p> <p>TIPOLOGIA DE ARCO</p> <p>Arco Apuntado</p> <p>PREFABRICACION</p> <p>La prefabricacion esta presente en el arco especificamente en la elavoracion de la cimbra y los elementos de fabrica, esto en vista que estos elementos fueron realizados con anterioridad en un lugar distinto al de su localizacion final.</p>			
		COSTO DE CONSTRUCCION		MODULACION CONSTRUCTIVA		2019	
		<p>El costo de construccion en cuanto al arco se puede apreciar de la siguiente manera: Cimbra con un precio promedio de S/. 250.00 ,ladrillo con un precio promedio de S/. 43.40, cemento S/. 43.00, Acero de construccion S/. 27.70, Arena gruesa comprada en sacos con un precio promedio de S/. 30.50 , piedra mediana medida en sacos con un precio promedio S/. 22.00, para un total de S/. 416.60.</p>		<p>La modulacion constructiva esta presente en el arco en el sentido que para la concepcion de la edificacion se tendria que pensar en un modulo de arco para genrar los espacios requeridos en la edificacion de esta manera seria un arco modular el que se utilizaria en la edificacion.</p>		<p>PRUEBA DE RESISTENCIA</p> 	
						<p>Observaciones Previas</p> <p>Conclusion</p>	
				<p>El prototipo se mantubo firme y estable desde su concepcion, no presento fisuras en la estructura en general esta estructura esta en optimas condiciones.</p> <p>Durante la prueba de resistencia se coloco varios sacos rellenos de tierra con pesos que osilaban ntre 50 kg y 40 kg como se puede apresiar en la foto, el peso final fue de de 500 kg Sobre la superficie del arco el cual resistio sin presentar ingun tipo de faya. Por motivos de seguridad no se pudo continuar con el cargado de pesos .</p>			

ANEXO N. 08: METRADO DISGREGADO DE PÓRTICO TÍPICO

PLANILLA DE METRADOS

Proyecto : PÓRTICO CONVENCIONAL DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Fecha : SETIEMBRE 2019
 Formula CONSTRUCCIÓN DE PÓRTICO COMÚN
 Región : JUNIN
 Provincia : HUANCAYO
 Distrito : CHILCA

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	CANT	LARGO	ANCH	ALT	PARCI	TOTA	UN
								AL	L	D
01.00.00	ESTRUCTURAS									
01.02.00	TRABAJOS PRELIMINARES									
01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL								2.64	m2
		PÓRTICO TÍPICO 1						0.00		
				1.00	CAD	2.64		2.64		
01.02.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PRELIMINAR							0.00	2.64	m2
		PÓRTICO TÍPICO 1						0.00		
				1.00	CAD	2.64		2.64		
01.02.03	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO							0.00	2.64	m2
		PÓRTICO TÍPICO 1						0.00		
				1.00	CAD	2.64		2.64		

01.03.02	EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS HASTA 0.60 m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL								0.00	0.72	m3
		PÓRTICO TÍPICO 1							0.00		
			EJ E A- A	TRAMO 1-2	1.00	2.40	0.50	0.60	0.72		
01.03.03	EXCAVACIÓN PARA ZAPATAS DE 1.80m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL									4.32	m3
		PÓRTICO TÍPICO 1									
			Z-1		2.00	1.20	1.00	1.80	4.32		
01.03.04	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO A MANO									1.26	m3
		PÓRTICO TÍPICO 1									
			Z-1		2.00	0.50	0.475	0.42	0.20		
					2.00	AREA=	0.89	0.60	1.07		
01.03.06	ACARREO MATERIAL EXEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30.00 ML									4.33	m3
	EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS HASTA 0.60 m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL				0.72	ESPON J	1.25		0.90		
	EXCAVACIÓN PARA ZAPATAS DE 1.80m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL				4.32	ESPON J	1.25		5.40		
	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO A MANO				- 1.26	COMP AC	1.56		-1.97		
									0.00		
01.04.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE										
01.04.01	SOLADOS DE CONCRETO C:H 1:12 E=4" PARA ZAPATAS									2.40	m2
		MÓDULO 1									
			Z-1		2.00	1.20	1.00		2.40		

01.04.02	CONCRETO PARA CIMIENTOS CORRIDOS C:H-1:10 + 30% P.G.									0.72	m3
		MÓDULO 1							0.00		
			EJ E A- A	TRAMO 1-2	1.00	2.40	0.50	0.60	0.72		
01.04.03	CONCRETO PARA SOBRECIMENTOS C:H-1:8 + 25% P.M.									0.20	m3
		MÓDULO 1							0.00		
			EJ E A- A	TRAMO 1-2	1.00	3.35	0.15	0.40	0.20		
01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS H=40cm.									2.68	m2
		MÓDULO 1							0.00		
			EJ E A- A	TRAMO 1-2	2.00	3.35		0.40	2.68		
01.06.00	CONCRETO ARMADO										
01.06.01	ZAPATAS										
01.06.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS f'c=210 kg/cm2									14.98	m3
				MÓDULO 1					0.00		
			Z-1		12.00	1.60	1.30	0.60	14.98		
									0.00		
01.06.01.02	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2 GRADO 60								0.00	28.87	kg
				VER HOJA METRADO ACEROS					0.00		
									0.00		
01.06.02	COLUMNAS								0.00		

01.06.02.01	CONCRETO PARA COLUMNAS $f_c=210$ kg/cm ²									0.78	m ³
		MÓDULO 1							0.00		
		COLUMNA TÍPICA	C-1	2.00	AREA	0.075	5.20	0.78			
01.06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS									11.44	m ²
		MÓDULO 1							0.00		
		COLUMNA TÍPICA	C-1	2.00		1.10	5.20	11.44			
									0.00		
01.06.02.03	ACERO DE REFUERZO $F'Y=4200$ KG/CM ² P/COLUMNAS								0.00	160.5 ₉	kg
			VER HOJA METRADO ACEROS						0.00		
									0.00		
01.06.03	VIGAS								0.00		
01.06.03.01	CONCRETO PARA VIGAS $f_c=210$ kg/cm ²								0.00	0.14	m ³
		MÓDULO 1							0.00		
		VIGA TÍPICA	VS-101 (0.20 X 0.20)	1.00	3.45	0.20	0.20	0.14			
01.06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL DE VIGAS									4.14	m ²
		MÓDULO 1							0.00		
		VIGA TÍPICA	VS-101 (0.20 X 0.20)	2.00	3.45		0.60	4.14			
									0.00		
01.06.03.03	ACERO DE REFUERZO $F'Y=4200$ KG/CM ² P/VIGAS									31.05	kg
			VER HOJA DE METRADS		31.05				31.05		

ACERO EN ZAPATAS

PLANILLA DE METRADOS ACERO ZAPATAS (ESTRUCTURAS)

Proy. : PÓRTICO CONVENCIONAL DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Fecha : SETIEMBRE 2019

Formula CONSTRUCCIÓN DE PÓRTICO COMUN

Región : JUNIN

Provincia : HUANCAYO

Distrito : CHILCA

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCIÓN	TIPO Ø	LONG PARCIAL	CANT DE ELEMENTOS	N. DE VECES	Ø 1"	Ø 3/4"	Ø 5/8"	Ø 1/2"	Ø 3/8"	Ø 1/4"
01.06.01.02	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2 GRADO 60											
	PÓRTICO TÍPICO											
	ZAPATAS											
		Z - 1										
		HORZ.	Ø 1/2"	1.05	7.00	2.00				14.70		
		VERT.	Ø 1/2"	0.85	8.00	2.00				13.60		

TOTAL (ML)	0.00	0.00	0.00	28.30	0.00	0.00
	4.04	2.26	1.60	1.02	0.58	0.25
TOTAL (KG)	0.00	0.00	0.00	28.87	0.00	0.00
	28.87					

ACERO EN COLUMNAS

PLANILLA DE METRADOS ACERO (COLUMNAS)

Proy. : PÓRTICO CONVENCIONAL DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Fecha : JULIO 2019

Formula : CONSTRUCCIÓN DE PÓRTICO COMUN

Región : JUNIN

Provincia : HUANCAYO

Distrito : CHILCA

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCIÓN		TIPO Ø	LONG PARCIAL	CANT ELEM.	N. DE VECES	Ø 1"	Ø 3/4"	Ø 5/8"	Ø 1/2"	Ø 3/8"	Ø 1/4"
	ACERO FY=4200KG/CM2 GRADO 60												
	PÓRTICO TÍPICO												
	C-1												
		LONGITUDINAL	Ø	5/8"	6.38	4.00	2.00			51.04			
		LONGITUDINAL	Ø	1/2"	6.38	2.00	2.00				25.52		
		ESTRIBOS	Ø	3/8"	1.14	40.00	2.00					91.20	

TOTAL (ML)	-	-	51.04	25.52	91.20	-
TOTAL (KG)	4.04	2.26	1.60	1.02	0.58	0.25
	-	-	81.66	26.03	52.90	-
	160.59					

ACERO EN VIGA

PLANILLA DE METRADOS ACERO (VIGAS)

Proy. : "PÓRTICO CONVENCIONAL DE ALBAÑILERIA CONFINADA "

Fecha : JULIO 2019

Formula CONSTRUCCIÓN DE PÓRTICO COMUN

Región : JUNIN
 Provincia : HUANCAYO
 Distrito : CHILCA

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCIÓN	TIPO Ø	LONGITUD PARCIAL (ML)	CANT. DE ELEM.	N. DE VECES	Ø 1"	Ø 3/4"	Ø 5/8"	Ø 1/2"	Ø 3/8"	Ø 1/4"
#¡REF!	ACERO FY= 4200KG/CM2 / GRADO 60											
	PÓRTICO TÍPICO											
	VD - 101 (0.25 X 0.30)											
		ACERO PRINCIPAL SUP.	Ø 5/8"	3.96	2.00	1.00			7.92			
		ACERO PRINCIPAL INF.	Ø 1/2"	3.96	2.00	1.00				7.92		
		ESTRIBOS	Ø 3/8"	0.74	24.00	1.00					17.76	

TOTAL (ML)	-	-	7.92	7.92	17.76	-
	4.04	2.26	1.60	1.02	0.58	0.25
TOTAL (KG)	-	-	12.67	8.08	10.30	-
	31.05					

ANEXO N. 09: METRADO DISGREGADO DE PÓRTICO TÍPICO DE ARCO

PLANILLA DE METRADOS

Proyecto : "ARCO TÍPICO DE ALBAÑILERIA SIMPLE "

Fecha : JULIO 2019
 CONSTRUCCIÓN DE PÓRTICO
 Formula COMUN

Región : JUNIN
 Provincia : HUANCAYO
 Distrito : CHILCA

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	CANT	LARGO	ANCH O	ALTO	PARCIAL	TOTAL	UND
01.00.00	ESTRUCTURAS									
01.02.00	TRABAJOS PRELIMINARES									
01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL								2.03	m2
		PÓRTICO TÍPICO 2						0.00		
				1.00	CAD	2.03		2.03		
01.02.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PRELIMINAR							0.00	2.03	m2
		PÓRTICO TÍPICO 2						0.00		
01.02.03	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO							0.00	2.03	m2
		PÓRTICO TÍPICO 2						0.00		

					1.00	CAD	2.03		2.03		
01.03.02	EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS HASTA 0.60 m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL								0.00	1.04	m3
		PÓRTICO TÍPICO 2							0.00		
			EJE A-A	TRAMO 1-2	1.00	3.45	0.50	0.60	1.04		
01.04.02	CONCRETO PARA CIMIENTOS CORRIDOS C:H-1:10 + 30% P.G.									1.04	m3
		MÓDULO 2							0.00		
			EJE A-A	TRAMO 1-2	1.00	3.45	0.50	0.60	1.04		
01.06.00	CONCRETO ARMADO										
01.06.02.02	ENCIMBRADO Y DESCIMBRADO DE ARCO									1.00	glb
		MÓDULO 2							0.00		
		ARCO TÍPICO		ARC-1	1.00						
									0.00		
02	ARQUITECTURA										
02.01	MUROS Y TABIQUERIA DE ALBAÑILERIA										
02.01.01	MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS DE 0.50 m DE ESPESOR									8.70	m2
		MÓDULO 2							0.00		
			EJE A-A	TRAMO 1-2							
			ARCO		2.00	AREA	2.66		5.532		
			MURO		2.00	AREA	1.69		3.38		

**ANEXO N. 10: PRESUPUESTO DE PÓRTICO CONVENCIONAL DE ALBAÑILERIA
CONFINADA**

Presupuesto

Presupuest 0102004

o

PÓRTICO CONVENCIONAL DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Cliente **UNIVERSIDAD CONTINENTAL** Cos

to

al

Lugar **JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO**

Item	Descripción	Und.	Metr ado	Precio S/.	Parci al S/.
01	ESTRUCTURAS				7,821. 30
01.01	OBRAS PROVISIONALES				429.7 1
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	2.64	3.45	9.11
01.01.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.64	2.75	7.26
01.01.03	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	2.64	2.75	7.26
01.01.04	EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS HASTA 0.60 m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL	m3	0.72	47.17	33.96

01.01.05	EXCAVACIÓN PARA ZAPATAS DE 1.80m DE PROFUNDIDAD DE TERRENO NORMAL	m3	4.32	56.61	244.56
01.01.06	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO A MANO	m3	1.26	20.21	25.46
01.01.07	ELIMINACIÓN MATERIAL - MANUAL DH=30M. (DISTANCIA PROMEDIO)	m3	4.33	23.58	102.10
01.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				349.67
01.02.01	SOLADOS DE CONCRETO C:H 1:12 E=4" PARA ZAPATAS	m2	2.40	24.05	57.72
01.02.02	CONCRETO PARA CIMIENTOS CORRIDOS C:H-1:10 + 30% P.G.	m3	0.72	180.47	129.94
01.02.03	CONCRETO PARA SOBRECIMIENTOS C:H-1:8 + 25% P.M.	m3	0.20	260.02	52.00
01.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTOS H=40cm.	m2	2.68	41.05	110.01
01.03	CONCRETO ARMADO				7,041.92
01.03.01	ZAPATAS				4,796.68
01.03.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	m3	14.98	311.61	4,667.92

01.03.01.02	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2	kg	28.87	4.46	128.76
01.03.02	COLUMNAS				1,781.08
01.03.02.01	CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m3	0.78	488.13	380.74
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	11.44	59.80	684.11
01.03.02.03	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2 P/COLUMNAS	kg	160.59	4.46	716.23
01.03.03	VIGAS				464.16
01.03.03.01	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	0.14	342.93	48.01
01.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL DE VIGAS	m2	4.14	67.07	277.67
01.03.03.03	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2 P/VIGAS	kg	31.05	4.46	138.48
	COSTO DIRECTO				7,876.06
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (19.70%)				1,551.58
	FACTOR DE RELACION (0.90000)				1,396.42

SUB TOTAL	9,272.48
I.G.V. (18%)	1,669.05
.....
.....
TOTAL PRESUPUESTO	10,941.53

ANEXO N. 11: PRESUPUESTO ARCO TÍPICO DE ALBAÑILERIA SIMPLE

Presupuesto

Presupuesto **0102005**

"ARCO TÍPICO DE ALBAÑILRIA SIMPLE"

Cliente **UNIVERSIDAD CONTINENTAL**

Costo
al

Lugar **JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	ESTRUCTURAS				722.60
	TRABAJOS PRELIMINARES				
	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	2.03	3.45	7.00
	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.03	2.75	5.58
	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DURATE EL PROCESO	m2	2.03	2.75	5.58

ELIMINACIÓN MATERIAL - MANUAL DH=30M. (DISTANCIA PROMEDIO)	m3	1.04	23.58	24.52
---	----	------	-------	-------

OBRAS DE CONCRETO SIMPLE

EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS HASTA 0.60 m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL	m3	1.04	47.17	49.06
---	----	------	-------	-------

CONCRETO PARA CIMIENTOS CORRIDOS C:H-1:10 + 30% P.G.	m3	1.04	180.47	187.69
---	----	------	--------	--------

CONCRETO ARMADO **443.17**

ENCIMBRADO Y DESCIMBRADO DE ARCO	glb	1.00	443.17	443.17
-------------------------------------	-----	------	--------	--------

ARQUITECTURA **892.62**

**MUROS Y TABIQUERIA DE
ALBAÑILERIA**

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS DE CABEZA MEZC. C. A. 1:4 C.V.	m2	8.70	102.60	892.62
---	----	------	--------	--------

COSTO DIRECTO **1,615.22**

**GASTOS GENERALES Y UTILIDAD
(19.70%)** **318.20**

FACTOR DE RELACION (0.90000) **286.38**

.....

.....

SUB TOTAL	1,901.60
I.G.V. (18%)	342.29
.....
TOTAL PRESUPUESTO	2,243.89

ANEXO N. 12: PRECIOS UNITARIOS DE PÓRTICO CONVENCIONAL DE ALBAÑILERIA CONFINADA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
Partida	01.01.03	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO					
Rendimiento	m2/DIA	450.000	EQ.	450.0000	Costo unitario directo por: m2	2.75	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
010101002	CAPATA Z	hh	0.2025	0.0036	25.15	0.09	
010101004	OFICIAL	hh	1.0013	0.0178	16.99	0.30	
010101005	PEON	hh	2.9981	0.0533	14.33	0.76	
010103000	TOPOGR AFO	hh	1.0013	0.0178	21.78	0.39	
						1.54	
Material es							
0204030010013	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	ton		0.0001	2,699.16	0.27	
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0160	17.67	0.28	

0213020	CAL HIDRATADA				0.0100	21.2	0.21
0020004	BOLSA 30 kg	bol				7	
							0.76

**Equipo
s**

0301000	NIVEL	hm	1.0013		0.0178	9.24	0.16
0020002	TOPOGRAFICO						
0301000	TEODOLITO Y	hm	1.0000		0.0178	11.6	0.21
020	MIRA					4	
0301010	HERRAMIENTAS	%mo			5.0000	1.54	0.08
006	MANUALES						
							0.45

Partida 01.01.04 EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS HASTA 0.60 m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL

Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por: m3	47.1	7
-------------	---------------	---------------	-----	---------------	-----------------------------------	-------------	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Prec io S/.	Parc ial S/.	
Mano de Obra							
0101010	CAPATA	hh	0.1000	0.2667	25.1	6.71	
002	Z				5		
0101010	PEON	hh	1.0000	2.6667	14.3	38.2	
005					3	1	
							44.9
							2
Equipo s							
0301010	HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	44.9	2.25	
006	MANUALES				2		
							2.25

Partida 01.01.05 EXCAVACIÓN PARA ZAPATAS DE 1.80m DE PROFUNDIDAD DE TERRENO NORMAL

Rendimiento	m3/DIA	2.5000	EQ.	2.5000	Costo unitario directo por: m3	56.6	1
-------------	---------------	---------------	-----	---------------	-----------------------------------	-------------	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Prec io S/.	Parc ial S/.	
Mano de Obra							
0101010	CAPATA	hh	0.1000	0.3200	25.1	8.05	
002	Z				5		
0101010	PEON	hh	1.0000	3.2000	14.3	45.8	
005					3	6	
							53.9
							1
Equipo s							
0301010	HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	53.9	2.70	
006	MANUALES				1		
							2.70

Partida	01.01.06	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO A MANO			
---------	-----------------	--	--	--	--

Rendimiento	m3/DIA	7.0000	EQ.	7.0000	Costo unitario directo por: m3	20.21
-------------	---------------	---------------	-----	---------------	--------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATA Z	hh	0.1000	0.1143	25.15	2.87
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.1429	14.33	16.38
						19.25
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	19.25	0.96
						0.96

Partida	01.01.07	ELIMINACIÓN MATERIAL - MANUAL DH=30M. (DISTANCIA PROMEDIO)			
---------	-----------------	---	--	--	--

Rendimiento	m3/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m3	23.58
-------------	---------------	---------------	-----	---------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATA Z	hh	0.1000	0.1333	25.15	3.35
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11
						22.46
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	22.46	1.12
						1.12

Partida	01.02.01	SOLADOS DE CONCRETO C:H 1:12 E=4" PARA ZAPATAS			
---------	-----------------	---	--	--	--

Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m2	24.05
-------------	---------------	-----------------	-----	-----------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						

0101010 002	CAPATA Z	hh	0.2000	0.0160	25.1 5	0.40
0101010 003	OPERARI O	hh	2.0000	0.1600	20.9 6	3.35
0101010 004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	16.9 9	1.36
0101010 005	PEON	hh	8.0000	0.6400	14.3 3	9.17
0101010 006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.0000	0.0800	20.9 3	1.67
						15.9 5

**Material
es**

0201010 022	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0010	34.6 0	0.03
0201020 012	GRASA MULTIPLE EP	lbs		0.0020	9.68	0.02
0201030 0010001	GASOLIN A 84	gal		0.0300	9.69	0.29
0207030 001	HORMIG ON	m3		0.0650	32.7 0	2.13
0207070 001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0081	5.68	0.05
0213010 0010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		0.1515	17.6 7	2.68
						5.20

**Equipo
s**

0301000 021	MEZCLADORA DE CONC..(TAMBOR) 11 P3, 22 HP	hm	1.0000	0.0800	26.2 1	2.10
0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	15.9 5	0.80
						2.90

Partida **01.02.02** **CONCRETO PARA CIMIENTOS
CORRIDOS C:H-1:10 + 30% P.G.**

Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por :	180. 47
				m3	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Prec io S/.	Parc ial S/.
Mano de Obra						
0101010 002	CAPATA Z	hh	0.2000	0.0640	25.1 5	1.61
0101010 003	OPERARI O	hh	2.0000	0.6400	20.9 6	13.4 1
0101010 004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.9 9	5.44
0101010 005	PEON	hh	8.0000	2.5600	14.3 3	36.6 8
0101010 006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.0000	0.3200	20.9 3	6.70
						63.8 4
Material es						

0201010 022	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0040	34.6 0	0.14
0201020 012	GRASA MULTIPLE EP	lbs		0.0080	9.68	0.08
0201030 0010001	GASOLIN A 84	gal		0.1200	9.69	1.16
0207010 006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.5200	50.0 0	26.0 0
0207030 001	HORMIG ON	m3		0.7800	32.7 0	25.5 1
0207070 001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1620	5.68	0.92
0213010 0010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		2.9000	17.6 7	51.2 4

**105.
05**

**Equipo
s**

0301000 021	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 22 HP	hm	1.0000	0.3200	26.2 1	8.39
0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	63.8 4	3.19

**11.5
8**

Partida **01.02.03** **CONCRETO PARA SOBRECIMENTOS**
C:H-1:8 + 25% P.M.

Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por :	260. 02
					m3	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010 002	CAPATA Z	hh	0.2000	0.1333	25.1 5	3.35
0101010 003	OPERARI O	hh	2.0000	1.3333	20.9 6	27.9 5
0101010 004	OFICIAL	hh	1.0001	0.6667	16.9 9	11.3 3
0101010 005	PEON	hh	8.0000	5.3333	14.3 3	76.4 3
0101010 006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.0001	0.6667	20.9 3	13.9 5

**133.
01**

**Material
es**

0201010 022	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0083	34.6 0	0.29
0201020 012	GRASA MULTIPLE EP	lbs		0.0167	9.68	0.16
0201030 0010001	GASOLIN A 84	gal		0.2500	9.69	2.42
0207010 0050001	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3		0.3800	36.9 0	14.0 2
0207030 001	HORMIG ON	m3		0.9000	32.7 0	29.4 3

0207070 001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1620	5.68	0.92
0213010 0010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		3.3000	17.67	58.31
						105.55

Equipos

0301000 021	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 22 HP	hm	1.0000	0.6667	26.21	17.47
0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	133.01	3.99
						21.46

Partida **01.02.04** **ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS H=40cm.**

Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ.	16.0000	Costo unitario directo por :	41.05
					m3	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010 002	CAPATA Z	hh	0.1000	0.0500	25.15	1.26
0101010 003	OPERARI O	hh	1.0000	0.5000	20.96	10.48
0101010 004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	16.99	8.50
						20.24

Material

0204010 0030004	ALAMBRE NEGRO N. 8	kg		0.2600	2.47	0.64
0204120 0010010	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	kg		0.1600	2.89	0.46
0231010 001	MADERA TORNILLO	p2		3.3500	5.70	19.10
						20.20

Equipos

0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.24	0.61
						0.61

Partida **01.03.01.01** **CONCRETO PARA ZAPATAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por :	311.61
					m3	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
010101002	CAPATA Z	hh	0.2000	0.0640	25.15	1.61
010101003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
010101004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.99	5.44
010101005	PEON	hh	8.0000	2.5600	14.33	36.68
010101006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	2.0000	0.6400	20.93	13.40
						70.54
Material es						
0201010022	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0040	34.60	0.14
0201020012	GRASA MULTIPLE EP	lbs		0.0080	9.68	0.08
02010300010001	GASOLIN A 84	gal		0.1200	9.69	1.16
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8000	51.61	41.29
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	5.68	1.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.2000	17.67	162.56
						227.40
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	70.54	3.53
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.3200	5.46	1.75
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
						13.67
Partida	01.03.01.02	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2				
Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.46
Mano de Obra						
0101010002	CAPATA Z	hh	0.1000	0.0032	25.15	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.96	0.67

0101010 004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.9 9	0.54
						1.29

**Material
es**

0204010 0010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N. 16	kg		0.0200	2.89	0.06
0204030 0010013	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	ton		0.0011	2,69 9.16	2.97
						3.03

**Equipo
s**

0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.29	0.06
0301330 0020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	0.3313	0.0106	4.58	0.05
0301440 005	DOBLADORA ELECTRICA DE Fo.	hm	0.3313	0.0106	3.25	0.03
						0.14

Partida	01.03.02. 01	CONCRETO COLUMNAS f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por :	488. 13
					m3	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Prec io S/.	Parc ial S/.
Mano de Obra						
0101010 002	CAPATA Z	hh	0.2000	0.1600	25.1 5	4.02
0101010 003	OPERARI O	hh	2.0000	1.6000	20.9 6	33.5 4
0101010 004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.9 9	13.5 9
0101010 005	PEON	hh	12.0000	9.6000	14.3 3	137. 57
0101010 006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	2.0000	1.6000	20.9 3	33.4 9
						222. 21

**Material
es**

0201010 022	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0100	34.6 0	0.35
0201020 012	GRASA MULTIPLE EP	lbs		0.0200	9.68	0.19
0201030 0010001	GASOLIN A 84	gal		0.3000	9.69	2.91
0207010 0010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8000	51.6 1	41.2 9
0207020 0010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.2 9	21.1 5
0207070 001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	5.68	1.02
0213010 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.2000	17.6 7	162. 56

							229.
							47
Equipos							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	222.21	11.11	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.8000	5.46	4.37	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	26.21	20.97	
							36.45

Partida	01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS				
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m2	59.80

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
010101002	CAPATA Z	hh	0.1000	0.0800	25.15	2.01	
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.96	16.77	
010101004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.99	13.59	
							32.37

Material							
0204010030004	ALAMBRE NEGRO N. 8	kg		0.3000	2.47	0.74	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	2.89	0.90	
023101001	MADERA TORNILLO	p2		4.2400	5.70	24.17	
							25.81

Equipos							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	32.37	1.62	
							1.62

Partida	01.03.02.03	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2 P/COLUMNAS				
Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.46

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						

0101010 002	CAPATA Z	hh	0.1000	0.0032	25.1 5	0.08
0101010 003	OPERARI O	hh	1.0000	0.0320	20.9 6	0.67
0101010 004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.9 9	0.54
						1.29

**Material
es**

0204010 0010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N. 16	kg		0.0200	2.89	0.06
0204030 0010013	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	ton		0.0011	2,69 9.16	2.97
						3.03

**Equipo
s**

0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.29	0.06
0301330 0020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	0.3313	0.0106	4.58	0.05
0301440 005	DOBLADORA ELECTRICA DE Fo.	hm	0.3313	0.0106	3.25	0.03
						0.14

Partida **01.03.03.** **CONCRETO VIGAS**
01 **f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : **342.93**
m3

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010 002	CAPATA Z	hh	0.2000	0.0800	25.1 5	2.01
0101010 003	OPERARI O	hh	2.0000	0.8000	20.9 6	16.7 7
0101010 004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	16.9 9	6.80
0101010 005	PEON	hh	12.0000	4.8000	14.3 3	68.7 8
0101010 006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	2.0000	0.8000	20.9 3	16.7 4
						111.10

**Material
es**

0201010 022	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0050	34.6 0	0.17
0201020 012	GRASA MULTIPLE EP	lbs		0.0100	9.68	0.10
0201030 0010001	GASOLIN A 84	gal		0.1500	9.69	1.45
0207010 0010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8000	51.6 1	41.2 9
0207020 0010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.2 9	21.1 5

0207070 001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	5.68	1.02
0213010 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.4000	17.67	148.43
						213.61

Equipos

0301010 043	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	111.10	5.56
0301290 0010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.4000	5.46	2.18
0301290 0030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4000	26.21	10.48
						18.22

Partida	01.03.03. 02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL DE VIGAS
---------	-------------------------	--

Rendimiento	m2/DIA	9.0000	EQ.	9.0000	Costo unitario directo por : m2	67.07
-------------	---------------	---------------	-----	---------------	---------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010 002	CAPATA Z	hh	0.1000	0.0889	25.15	2.24
0101010 003	OPERARI O	hh	1.0000	0.8889	20.96	18.63
0101010 005	PEON	hh	1.0000	0.8889	14.33	12.74
						33.61

Material

0204010 0030004	ALAMBRE NEGRO N. 8	kg		0.1000	2.47	0.25
0204120 0010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2400	2.89	0.69
0231010 001	MADERA TORNILLO	p2		5.4100	5.70	30.84
						31.78

Equipos

0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	33.61	1.68
						1.68

Partida	01.03.03. 03	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2 P/VIGAS
---------	-------------------------	--

Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.46
-------------	---------------	-----------------	-----	-----------------	---------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
010101002	CAPATA Z	hh	0.1000	0.0032	25.15	0.08
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.96	0.67
010101004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.99	0.54
						1.29
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N. 16	kg		0.0200	2.89	0.06
02040300010013	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	ton		0.0011	2,699.16	2.97
						3.03
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.29	0.06
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	0.3313	0.0106	4.58	0.05
0301440005	DOBLADORA ELECTRICA DE Fo.	hm	0.3313	0.0106	3.25	0.03
						0.14

ANEXO N. 13: PRECIOS UNITARIOS DE ARCO TÍPICO DE ALBAÑILERIA SIMPLE

Análisis de precios unitarios						
LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Partida					Costo unitario directo por : m2	
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ.	40.0000		3.45
	A			0		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0200	20.96	0.42
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	14.33	2.87
						3.29
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.29	0.16
						0.16

Partida		EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS HASTA 0.60 m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL					
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por :	47.17	
	A				m3		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPA TAZ	hh	0.1000	0.2667	25.15	6.71	
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.6667	14.33	38.21	
						44.92	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	44.92	2.25	
						2.25	
Partida		CONCRETO PARA CIMIENTOS CORRIDOS C:H-1:10 + 30% P.G.					
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por :	180.47	
	A				m3		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPA TAZ	hh	0.2000	0.0640	25.15	1.61	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.99	5.44	
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	14.33	36.68	
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.0000	0.3200	20.93	6.70	
						63.84	
Materiales							
0201010022	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0040	34.60	0.14	
0201020012	GRASA MULTIPLE EP	lbs		0.0080	9.68	0.08	
02010300010001	GASOLINA A 84	gal		0.1200	9.69	1.16	
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.5200	50.00	26.00	
0207030001	HORMIGON	m3		0.7800	32.70	25.51	

0207070 001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1620	5.68	0.92
0213010 0010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		2.9000	17.6 7	51.2 4
						105. 05

Equipos

0301000 021	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 22 HP	hm	1.0000	0.3200	26.2 1	8.39
0301010 006	HERRAMIENTA S MANUALES	%mo		5.0000	63.8 4	3.19
						11.5 8

**Partida ENCIMBRADO Y
DESCIMBRADO DE ARCO**

Rendimie nto	glb/D IA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	443. 17
-----------------	---------------------	---------------	-----	---------------	--	--------------------

Código	Descripción Recurso	Unida d	Cuadrilla	Cantidad	Prec io S/.	Par cial S/.
Subcont ratos						
0400030 004	ENCIMBRADO Y DESCIMBRADO DE ARCO	glb		1.0000	443. 17	443. 17
						443. 17

**Partida ELIMINACIÓN MATERIAL - MANUAL DH=30M.
(DISTANCIA PROMEDIO)**

Rendimie nto	m3/DI A	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m3	23.5 8
-----------------	--------------------	---------------	-----	---------------	---------------------------------------	-------------------

Código	Descripción Recurso	Unida d	Cuadrilla	Cantidad	Prec io S/.	Par cial S/.
Mano de Obra						
0101010 002	CAPA TAZ	hh	0.1000	0.1333	25.1 5	3.35
0101010 005	PEO N	hh	1.0000	1.3333	14.3 3	19.1 1
						22.4 6

Equipos

0301010 006	HERRAMIENTA S MANUALES	%mo		5.0000	22.4 6	1.12
						1.12

**Partida TRAZO, NIVELACIÓN Y
REPLANTEO PRELIMINAR**

Rendimie nto	m2/DI A	450.0000	EQ.	450.00 00	Costo unitario directo por : m2	2.75
-----------------	--------------------	-----------------	-----	----------------------	---------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPA TAZ	hh	0.2025	0.0036	25.15	0.09
0101010004	OFICIAL	hh	1.0013	0.0178	16.99	0.30
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0533	14.33	0.76
0101030000	TOP OGR AFO	hh	1.0000	0.0178	21.78	0.39
						1.54
Materiales						
02040300010013	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	ton		0.0001	2,699.16	0.27
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0160	17.67	0.28
02130200020004	CAL HIDRATADA BOLSA 30 kg	bol		0.0100	21.27	0.21
						0.76
Equipos						
03010000020002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0013	0.0178	9.24	0.16
0301000020	TEODOLITO Y MIRA	hm	1.0000	0.0178	11.64	0.21
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.54	0.08
						0.45
TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO						
Partida				Costo unitario directo por:		
Rendimiento	m2/DIA	450.0000	EQ.	450.0000	directo por:	2.75
					m2	
Mano de Obra						
0101010002	CAPA TAZ	hh	0.2025	0.0036	25.15	0.09
0101010004	OFICIAL	hh	1.0013	0.0178	16.99	0.30
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0533	14.33	0.76
0101030000	TOP OGR AFO	hh	1.0000	0.0178	21.78	0.39
						1.54
Materiales						
02040300010013	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	ton		0.0001	2,699.16	0.27
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0160	17.67	0.28

0213020 0020004	CAL HIDRATADA BOLSA 30 kg	bol		0.0100	21.2 7	0.21
0.76						
Equipos						
0301000 0020002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0013	0.0178	9.24	0.16
0301000 020	TEODOLITO Y MIRA	hm	1.0000	0.0178	11.6 4	0.21
0301010 006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.54	0.08
MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS DE CABEZA MEZC. C. A. 1:4 C.V.						
m2/DIA	5.1000	EQ.	5.1 000	Costo unitario directo por: m2		102.60
Descripción Recurso	Uni dad	Cua drill a	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPAT AZ	hh	0.10 00	0.1569	25.15	3.95	
OPER ARIO	hh	1.00 00	1.5686	20.96	32.88	
PEON	hh	0.50 00	0.7843	14.33	11.24	
48.07						
Materiales						
CLAVOS CON CABEZA DE 3"	kg		0.0020	2.89	0.01	
ARENA GRUE SA	m3		0.0458	42.29	1.94	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0102	5.68	0.06	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.4075	17.67	7.20	
LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm	mll		0.0790	525.42	41.51	
MADERA TORNILLO	p2		0.4030	3.50	1.41	
52.13						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%m o		5.0000	48.07	2.40	
2.40						

ANEXO N. 14: PLANOS PROTOTIPO

ANEXO N. 15: VISTAS 3D PROYECTO ARQUITETONICO







