

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Análisis de factibilidad técnica y económica de viviendas
estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales
del distrito de Taraco – Puno

Por:

Bebeto Huanca Quispe

Asesor:

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona

Juliaca, marzo de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "Análisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco – Puno" constituye la memoria que presenta el Bachiller Beбето Huanca Quispe para aspirar al título Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca a los veintidós días del mes de marzo del año dos mil diecinueve.



Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona

Análisis de factibilidad técnica y económica de viviendas
estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de
Taraco – Puno

TESIS

Presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

JURADO CALIFICADOR



Ing. Ecler Mamani Chambi

Presidente



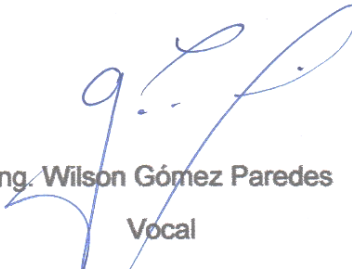
Ing. Juana Beatriz Aquise Pari

Secretario



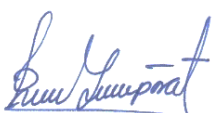
Ing. Edwin Eloy Vargas Ucharico

Vocal



Ing. Wilson Gómez Paredes

Vocal



Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona

Asesor

Juliaca, 22 de marzo de 2019

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida, guiarme por el buen camino y por no desampararme.

Con todo mi amor y cariño a mi querida madre Rosa, quien hizo todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su amor, bondad y todas las bendiciones.

A mi familia, por ser los promotores de mis sueños, por confiar en mí y acompañarme en toda esta etapa de mi vida.

A la Universidad Peruana Unión, por todos estos años de estudio, al Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona, por su apoyo durante los meses que estuve realizando mi tesis, a los docentes y a todas las personas que me enseñaron y estuvieron siempre conmigo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE TABLA	IX
ÍNDICE FIGURA	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
RESÚMEN.....	XIII
1. CAPITULO I. EL PROBLEMA	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1.1. Descripción del problema de investigación.....	15
1.1.2. Identificación del problema de investigación	15
1.1.3. Formulación del problema.....	16
1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.2.1. La vivienda peruana a lo largo del país	17
1.2.2. La vivienda en la región de Puno	18
1.2.3. Ámbito de estudio	19
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3.1. Económica	19
1.3.2. Cultural	19
1.3.3. Social	20
1.3.4. Arquitectónico	20
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.4.1. Objetivo general	21
1.4.2. Objetivos específicos	21
1.5 ESQUEMA METODOLÓGICO BÁSICO.....	21
2. CAPITULO II. REVISION DE LA LITERATURA	22
2.1 MARCO TEORICO	22
2.1.1. Ferrocemento.....	22
2.1.2. Diferencias con el concreto armado	23
2.1.3. Componentes del ferrocemento	23
2.1.4. Propiedades del ferrocemento	25
2.1.5. Propiedades del compuesto	29
2.1.6. Comportamiento carga- deformación bajo carga estática del ferrocemento ...	29
2.1.7. Comportamiento en compresión	31
2.1.8. Comportamiento a flexión	32
2.1.9. Resistencia última a tensión.....	32

2.1.10.	Resistencia última a cortante	33
2.2	MARCO HISTÓRICO	33
2.2.1.	Chile.....	33
2.2.2.	México	34
2.2.3.	Cuba	35
2.3	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	37
2.3.1.	Hipótesis general	37
2.3.2.	Hipótesis específico	37
2.4	SISTEMA DE VARIABLES.....	37
3.	CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1	ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO	38
3.1.1.	Recopilación de información	38
3.1.2.	Selección de las zonas a analizar	38
3.1.3.	Formulación de la tipología representativa	38
3.1.4.	Análisis y caracterización del lugar de estudio	38
3.1.5.	Características socioeconómicas	40
3.1.6.	Características demográficas	42
3.1.7.	Características de las viviendas	42
3.2	EVALUACIÓN DE LAS VIVIENDAS PARA OBJETIVOS ESTABLECIDOS ...	43
3.2.1.	Aspectos informativos.	43
3.2.2.	Aspectos técnicos	44
3.2.3.	Fotografías.....	44
3.2.4.	Configuraciones en planta y altura	44
3.3	DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.....	53
3.4	VENTAJAS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN FERROCEMENTO APLICADO A LA VIVIENDA SOCIAL	54
3.5	CONFIGURACIÓN DE LA VIVIENDA	54
3.6	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA	56
3.6.1.	Propiedades de los materiales	57
3.6.2.	Contenido de humedad.....	58
3.6.3.	Análisis granulométrico	59
3.6.4.	Ensayo de compresión diagonal	67
3.6.5.	Ensayo de compresión vertical.....	70
3.6.6.	Cálculo del peso de la vivienda	72
3.6.7.	Análisis y diseño de la cobertura.....	75
3.6.8.	Análisis de los muros de ferrocemento.....	77
3.6.9.	Análisis sísmico estático	78
4.	CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	81
4.1	TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS	81
4.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	84

4.2.1.	Generalidades.....	84
4.2.2.	Proceso de fabricación de elementos prefabricados	85
4.2.3.	Proceso constructivo del sistema	88
4.3	COMPARATIVO DEL SISTEMA TRADICIONAL VS FERROCEMENTO	90
5.	CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
5.1	CONCLUSIONES	94
5.2	RECOMENDACIONES	96
	REFERENCIAS	97

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Materiales de las viviendas de Taraco.	20
Tabla 2. Características de la malla de acero.	24
Tabla 3. Características del acero esquelético.	24
Tabla 4. Granulometría para el agregado fino.	25
Tabla 5. Propiedades del ferrocemento.	29
Tabla 6. Promedio multianual (1994-2010) temperatura máxima media y mínima de la estación meteorológica de Taraco.	40
Tabla 7. Producción agrícola (Ha) del Distrito de Taraco.	41
Tabla 8. Producción de ganadería del Distrito de Taraco.	41
Tabla 9. Población y tasa de crecimiento intercensal anual del Distrito de Taraco.	42
Tabla 10. Material de las viviendas.	42
Tabla 11. Contenido de humedad de la cantera Cabanillas.	59
Tabla 12. Contenido de humedad de la cantera Maravillas.	59
Tabla 13. Contenido de humedad de la cantera Isla.	59
Tabla 14. Módulo de finura de las canteras.	62
Tabla 15. Resultado de resistencias a los 7 días.	65
Tabla 16. Resultado de resistencias a los 14 días.	66
Tabla 17. Resultado de resistencias a los 28 días.	66
Tabla 18. Resultado del ensayo de compresión diagonal.	68
Tabla 19. Resultado del ensayo de compresión vertical.	71
Tabla 20. Peso de las secciones tipo 01.	73
Tabla 21. Peso de las secciones tipo 01 (ventanas).	73
Tabla 22. Peso de las secciones tipo 02.	73
Tabla 23. Peso de las secciones tipo 02 (ventanas).	74
Tabla 24. Peso de techo.	74
Tabla 25. Resumen de cargas de los paneles de ferrocemento.	74
Tabla 26. Carga viva de techo.	74
Tabla 27. Resumen de cargas totales.	75
Tabla 28. Factor de forma.	76
Tabla 29. Detalle de secciones transversales.	77
Tabla 30. Carga última vertical con respecto a su altura.	78
Tabla 31. Especificaciones técnicas de la norma ASTM C33 para agregados inertes.	84
Tabla 32. Proporción en peso de finos y cemento para el mortero.	85
Tabla 33. Partidas más influyentes de la construcción con albañilería.	91
Tabla 34. Partidas más influyentes de la construcción con ferrocemento.	91
Tabla 35. Comparativo de los sistemas constructivos.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema metodológico básico del proyecto.	21
Figura 2. Sección típica del ferrocemento, distribuido con mallas de acero en varias capas.	22
Figura 3. Malla tridimensional.	24
Figura 4. Geometría de la malla.	26
Figura 5. Dirección de la carga y orientación de las mallas de refuerzo.	28
Figura 6. Curva típica esfuerzo - deformación en tracción del ferrocemento.	29
Figura 7. Definiciones del módulo de elasticidad.	30
Figura 8. Resistencia a la compresión del ferrocemento.	31
Figura 9. Comportamiento de deflexión o desplazamiento.	32
Figura 10. Influencia de la orientación del refuerzo en la resistencia última a tensión.	33
Figura 11. Fachada frontal del edificio destinado a vivienda social.	34
Figura 12. Prototipo de vivienda económica de paneles de ferrocemento.	34
Figura 13. Planta de la vivienda prototipo.	35
Figura 14. Parque Bocanao, figuras de animales prehistórico.	35
Figura 15. Primeras viviendas de ferrocemento en Cuba.	36
Figura 16. Edificio de dos plantas en San Luis, Santiago de Cuba.	36
Figura 17. Ubicación regional de la zona de estudio.	39
Figura 18. Sección típica de los adobes.	47
Figura 19. Elaboración de adobes con inclusión de paja.	47
Figura 20. Juntas de 3 cm de espesor.	48
Figura 21. Cimientos con el paso de los tiempos.	48
Figura 22. Sobrecimiento típico de viviendas.	49
Figura 23. Asentado típico de muros con adobe.	49
Figura 24. Condición de viviendas abandonadas.	50
Figura 25. Condición de ventanas tapadas.	50
Figura 26. Deterioro de las viviendas con el paso del tiempo.	51
Figura 27. Viviendas destruidas.	51
Figura 28. Viviendas en peligro de colapsar.	52
Figura 29. Putucos que aún existen.	52
Figura 30. Viviendas con pintas de campañas políticas.	53
Figura 31. Viviendas con árboles en su interior.	53
Figura 32. Vista en 3 dimensiones de la vivienda modelo.	55
Figura 33. Vista de la elevación en 3 dimensiones de la vivienda propuesta.	55
Figura 34. Vista lateral en 3 dimensiones de la vivienda propuesta.	56
Figura 35. Vista desde la parte de arriba de la vivienda propuesta.	56
Figura 36. Detalle de sección transversal, largo: 0.60 m ancho: 0.075 m, espesor: 0.025 m, altura exterior: 2.80 m y altura interior: 2.10 m.	57
Figura 37. Extracción de agregado en cantera.	57
Figura 38. Malla de gallinero para los paneles.	58
Figura 39. Contenido de humedad de las arenas.	58
Figura 40. Tamizado de agregados finos.	60
Figura 41. Curva granulométrica de la cantera Maravillas.	60
Figura 42. Curva granulométrica de la cantera Cabanillas.	61

Figura 43. Curva granulométrica de la cantera Isla.....	61
Figura 44. Medida del slump en la mezcla.....	62
Figura 45. Elaboración de briquetas de concreto.....	62
Figura 46. Moldes para el vaciado de concreto.....	63
Figura 47. Vaciado de paneles de ferrocemento.....	63
Figura 48. Desencofrado de paneles de ferrocemento.....	64
Figura 49. Curado de briquetas.....	64
Figura 50. Rotura de briquetas en el laboratorio de concreto.....	65
Figura 51. Resistencia a los 28 días.....	67
Figura 52. Ensayo de compresión diagonal.....	68
Figura 53. Vista del panel de 0.65m de lado.....	68
Figura 54. Compresión diagonal de un murete.....	69
Figura 55. Ensayo de compresión vertical.....	70
Figura 56. Ensayo del panel de 1.20 m de altura.....	71
Figura 57. Gráfico de carga ultima con respecto a la altura del panel.....	71
Figura 58. Conformación de paneles de ferrocemento en la vivienda.....	72
Figura 59. Sección de panel tipo 01.....	72
Figura 60. Sección de panel tipo 02.....	73
Figura 61. Detalle en planta de la cobertura metálica para el análisis y diseño.....	75
Figura 62. Detalle de cargas actuantes sobre la cobertura metálica.....	76
Figura 63. Combinaciones de carga para el análisis y diseño de acuerdo a los criterios de la normativa LRFD.....	76
Figura 64. Reacciones obtenidas con la ayuda del Programa SAP2000 v20.....	76
Figura 65. Reacciones de la cobertura.....	77
Figura 66. Ancho de aplicación de la carga sobre el panel.....	77
Figura 67. Carga total que se aplica sobre un panel de ferrocemento.....	78
Figura 68. Configuración de ejes en planta.....	79
Figura 69. Detalle de paneles de ferrocemento en 3 dimensiones.....	79
Figura 70. Distorsión en Y de la estructura.....	79
Figura 71. Distorsión en X de la estructura.....	80
Figura 72. Desplazamiento final de la estructura en dirección X.....	80
Figura 73. Desplazamiento final de la estructura en dirección Y.....	80
Figura 74. Vivienda tipo 01.....	81
Figura 75. Vivienda tipo 01 (vista en 3 dimensiones).....	82
Figura 76. Vivienda tipo 02.....	82
Figura 77. Vivienda tipo 02 (vista en 3 dimensiones).....	83
Figura 78. Vivienda tipo 03.....	83
Figura 79. Vivienda tipo 03 (vista en 3 dimensiones).....	84
Figura 80. Efecto de relación agua cemento en la resistencia.....	85
Figura 81. Ejemplos de moldeado para elementos planos de ferrocemento.....	87
Figura 82. Replanteo en campo de la vivienda.....	88
Figura 83. Colocación de paneles exteriores de la vivienda.....	89
Figura 84. Colocación de polietileno como aislante térmico.....	89
Figura 85. Conformación de la estructura (mortero óptimo: cemento y arena 1:2).....	90
Figura 86. Comparación de las principales partidas que varían en la construcción de la vivienda.....	92
Figura 87. Comparativo final del costo directo de los sistemas constructivos.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A: Planos.....	99
Anexo A-1: Plano de arquitectura.....	99
Anexo A-2: Plano de cobertura metálica.....	100
Anexo A-3: Plano de estructuras.....	101
Anexos A-4: Detalles estructurales.....	102
Anexo A-5: Plano de elevaciones.....	103
Anexo A-6: Plano de instalaciones de agua	104
Anexo A-7: Plano de instalaciones de desagüe	105
Anexo A-8: Plano de instalaciones eléctricas.....	106
Anexo B: Memoria de cálculo.....	107
Anexo B-1: Calculo del peso de la vivienda.....	107
Anexo B-2: Análisis y diseño de la cobertura metálica.....	109
Anexo B-3: Análisis de los muros de ferrocemento.....	112
Anexo B-4: Análisis sísmico estático.....	113
Anexo C: Metrados.....	118
Anexo C-1: Metrado especialidad de arquitectura.....	118
Anexo C-2: Metrado especialidad de estructuras.....	119
Anexo D: Análisis de costos unitarios.....	121
Anexo E: Presupuesto.....	131
Anexo F: Certificado de laboratorios.....	135

RESÚMEN

Mediante el siguiente proyecto de investigación se plantea un nuevo sistema constructivo de una vivienda accesible y mejorar la calidad de vida de las personas de las zonas rurales del distrito de Taraco. Evaluando de esta manera que la arquitectura propuesta sea de acuerdo a la situación sociocultural de la zona, el buen comportamiento estructural de la vivienda frente a los sismos, la diferencia que existe en los diferentes aspectos del proceso constructivo con respecto a una vivienda común de albañilería confinada y finalmente la comparación de costo de esta estructura con respecto a una vivienda de albañilería confinada. El proyecto se divide en 5 capítulos: el primer capítulo trata del problema, donde se trata del planteamiento del problema de investigación, antecedentes de la investigación, justificación del problema y los objetivos de la investigación. El segundo capítulo trata de la revisión de la literatura, donde se habla de los principales conceptos de la investigación y del marco histórico. El tercer capítulo trata de los materiales y la metodología, donde se evalúa las viviendas del Distrito de Taraco, los estudios que se realizan en el laboratorio y el análisis y diseño de la vivienda de ferrocemento. El cuarto capítulo trata del análisis de resultados, donde se evalúa las especificaciones técnicas y la comparación económica con respecto a una vivienda tradicional. Finalmente en el quinto capítulo se encuentra las conclusiones y recomendaciones. Es posible mejorar las condiciones de vida de las personas que tienen bajos recursos económicos para construir una vivienda digna. El ferrocemento es una buena alternativa el cual es 13.45% más económico que una vivienda tradicional, tiene un comportamiento adecuado frente a los sismos de esta zona con desplazamientos mínimos = 0.00005 cm, tiene alta resistencia al corte $V'm = 14.73 \text{ kg/cm}^2$, es un elemento muy ligero de 106.140 kg y no requiere mano de obra calificada para su construcción.

Palabras clave: ferrocemento, vivienda social, estructuras sándwich.

ABSTRACT

The following research project proposes a new constructive system of accessible housing and improve the quality of life of people in rural areas of the Taraco district. Assessing in this way that the proposed architecture is according to the socio-cultural situation of the area, the good structural behavior of the housing in front of the earthquakes, the difference that exists in the different aspects of the construction process with respect to a common masonry dwelling confined and finally the cost comparison of this structure with respect to a confined masonry dwelling. The project is divided into 5 chapters: the first chapter deals with the problem, where it deals with the approach of the research problem, research background, justification of the problem and the objectives of the research. The second chapter deals with the literature review, where the main concepts of research and historical framework are discussed. The third chapter deals with the materials and methodology, where the housing of the Taraco District is evaluated, the studies carried out in the laboratory and the analysis and design of the ferrocement house. The fourth chapter deals with the analysis of results, where the technical specifications and the economic comparison with respect to a traditional dwelling are evaluated. Finally in the fifth chapter you will find the conclusions and recommendations. It is possible to improve the living conditions of people who have low economic resources to build a decent home. Ferrocement is a good alternative which is 13.45% cheaper than a traditional house, has an adequate behavior against earthquakes in this area with minimum displacements = 0.00005 cm, has high cut resistance $V'm = 14.73 \text{ kg / cm}^2$, It is a very light element of 106,140 kg and does not require skilled labor for its construction

Keywords: ferrocement, social housing, sandwich structures.

CAPITULO I. EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Descripción del problema de investigación

Actualmente las construcciones con los sistemas tradicionales siguen teniendo gran aceptación en nuestro país, pero en muchos países desde hace algunos años se vino introduciendo nuevos productos para la construcción y están empezando a tener aceptación en ciertos sectores de la edificación. La forma de construir depende mucho de la tecnología con la que cuenta una población y la necesidad que esta manifiesta que va de la mano con los recursos económicos con la que cuentan.

El ferrocemento es un sistema alternativo de construcción en edificaciones, es un material utilizado en la construcción de espesor delgado y flexible, compuesto por un numero de mallas de alambres de acero de pequeño diámetro que están uniformemente distribuidas a través de una sección transversal y revestido con un mortero muy rico en cemento que cubre totalmente la malla de acero, logrando una estructura rígida y con una resistencia muy buena a la compresión y a la tracción.

Es considerado como un material de bajo costo ya que tiene un ahorro grande al construir una edificación en comparación del sistema tradicional y esto hace que sea una opción adecuada para la construcción de viviendas de interés para las personas de bajos recursos económicos. Esta investigación ofrecerá información para la aplicación de este material como una alternativa tecnológica, económica, cultural, aprovechable en el campo de la construcción.

1.1.2. Identificación del problema de investigación

Uno de los temas de gran importancia en la actualidad es la mejora de la calidad de vida de las personas, que incluye la mejora de las viviendas, pero esto demanda un costo por parte de las personas necesitadas. La calidad de vida tiene mucho que ver con el nivel socio económico de la familia, por esa razón no todos pueden acceder a las condiciones mínimas o satisfactorias de vida.

De acuerdo con el INEI (2017) en la región de Puno la pobreza aflige a por lo menos el 33.3% de la población y junto con Amazonas, Huancavelica y Loreto tienen pobres extremos entre 7.4 y 10.2 por ciento de su población, los cuales viven con menos de 161

soles mensuales. La gran mayoría de estas personas viven en los medios rurales y no tienen los medios económicos suficientes para poder acceder a una vivienda digna. Las viviendas normalmente están construidas con adobe, pero lo que ellos anhelan es la construcción de albañilería y concreto armado el cual genera un costo muy alto para construirlo. Por ello terminan viviendo en construcciones de adobe, en las condiciones no habitables que los hace vulnerables a los cambios climáticos y a diferentes enfermedades.

A pesar de que el distrito de Taraco tiene una historia maravillosa en la ingeniería: los Putucos en la cual intervienen diversos materiales los mismos que son organizados para poder generar una estructura que soporta mucho tiempo de vida útil (Vitulas y Reynoso, 2013). Hoy en día la obtención de una vivienda digna y adecuada es un problema en estas zonas, por eso se necesita nuevas opciones de materiales de construcción que puedan reducir los costos y que sean habitables para la zona, pero no por ser económicos debe tratarse de viviendas temporales y de técnica deficiente.

Según Bedoya (2005) El ferrocemento surge como un material de bajo costo adecuado para la construcción. Desde hace mucho tiempo se viene realizando estudios en diferentes países y a pesar de que ya se empleó en la construcción de edificaciones, en nuestro país no se ha generado como una alternativa de construcción debido a la poca información y a la cultura de construir las viviendas tradicionales. Estudios recientes demuestran que los paneles de ferrocemento tienen un buen comportamiento estructural capaz de construir hasta edificaciones de 2 pisos.

Según el código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú (1999) en el artículo 01 menciona: Que los ingenieros estamos al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tienen la obligación de contribuir al bienestar humano. Por lo cual dentro de la ingeniería y las investigaciones es nuestro deber poder plantear mejoras para las personas que viven en estas zonas, así diseñar nuevos materiales y sistemas constructivos que tengan un buen comportamiento estructural, que pueda ser de costo bajo, que no se necesite mano de obra calificada para construirlo y que el tiempo de construcción sea rápido.

1.1.3. Formulación del problema

1.1.3.1. Problema general

¿Será factible desde el punto de vista técnico, económico y social construir una vivienda estructurada con ferrocemento en las zonas rurales del distrito de Taraco - Puno?

1.1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál sería el modelo arquitectónico de la vivienda estructurada con ferrocemento de acuerdo con la base socio cultural prominente en la zona?
- ¿Cómo será el comportamiento estructural de la vivienda con ferrocemento?
- ¿Cuál es la diferencia técnica de una vivienda estructurada con ferrocemento y una vivienda de albañilería confinada?
- ¿Cuál es la variación económica de construir una vivienda estructurada con ferrocemento con respecto a una vivienda de albañilería confinada?

1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En las comunidades altiplánicas aún podemos observar viviendas con estilos de la antigüedad comúnmente conocidos como autóctonos. Estas edificaciones construidas a base de adobe o piedra a diferencia de las viviendas del medio urbano solo cuentan con uno o dos ambientes de uso común ya sea para dormitorio, cocina, sala y almacén. Por otro lado las viviendas se encuentran completamente alejados unos del otro y mezclados con la cultura de cada zona.

La principal actividad de estas familias son la agricultura y la ganadería, por esta razón tienen áreas para el almacenamiento de herramientas y comida y para el refugio de animales. Por otro lado cuentan con patios grandes los cuales sirven para el cultivo de alimentos.

Una de las características más grandes de estas viviendas es la autoconstrucción, donde familias enteras con la ayuda de vecinos construyen sus casas con la dirección y/o conocimiento técnico de los mismos pobladores.

1.2.1. La vivienda peruana a lo largo del país

El Perú es un país con una rica diversidad cultural, geográfica y climatológica, estos factores hacen que las construcciones y las situaciones de vida sean completamente distinta en cada punto del país. Debido a que el país está dividido en tres grandes regiones: costa sierra y selva existe mucha diferencia cultural incluso en cada región.

La costa tiene climas secos, áridos y húmedos, esto gracias a que es una zona desértica junto al océano. En cambio la sierra está constituido generalmente por climas muy fríos, llegando a tener temperaturas de hasta debajo de los 0 grados; las heladas generalmente afectan a las zonas altiplánicas y con un clima seco y las lluvias torrenciales vienen con

fuertes tormentas eléctricas. Por último, la selva tiene un clima tropical casi constante durante todo el año, teniendo las lluvias imparables durante el año.

En toda la historia del Perú las viviendas fueron cambiando con el tiempo, desde las culturas prehispánicas que fueron los primeros pobladores, pasando por la gran cultura de los Incas, durante la época del virreinato y hasta la actualidad.

A lo largo de todo el país existe una variedad de tipología de viviendas cada una distinta de otra de acuerdo en el espacio en que se encuentran, viviendas construidas que cuentan únicamente de madera en la selva, de adobe y quincha que son muy propias de la sierra y las de hoy en día de ladrillo y concreto presentes en las principales ciudades y en la capital.

Desde la antigüedad los humanos siempre han migrado en busca de mejores condiciones de vida, quedándose de esta manera en laderas de los cerros y al borde de los ríos y debido al riesgo sísmico y características climáticas que afectan a todo Perú, muchas veces han ocasionado pérdidas materiales y humanas dada la precariedad de aquellas viviendas.

La autoconstrucción es uno de los factores de la vulnerabilidad de las viviendas peruanas, esto se hace como una tradición que viene desde las épocas incaicas y hoy en día se sigue haciendo con poblaciones de con bajos recursos. El no contar con profesionales al momento de la construcción hace que las viviendas colapsen estructuralmente frente a un evento natural. Pero esta tradición tiene un significado especial para los habitantes de estas viviendas no solo se trata de tener una habitabilidad sino que también significa el progreso de cada familia.

1.2.2. La vivienda en la región de Puno

En muchas partes de la región de Puno sobre todo en los medios rurales se cuenta con construcciones de adobe y cobertura de ichu, aunque hoy en día se tiene coberturas metálicas. Estas poblaciones están asentadas a los bordes de los ríos o en las laderas de los cerros, exponiéndose a diversos desastres naturales como deslizamientos de tierras o crecidas de ríos.

El adobe en esta región no solo se utiliza para construcciones de viviendas sino también para la construcción de: centros de salud, escuelas, centros comunales, etc. sin embargo a diferencia de las construcciones del medio urbano siempre tienen grandes campos con áreas verdes. Estas viviendas tienen la forma de un paralelepípedo con techos inclinados y planos. Cuando ocurre un desastre son las más afectadas por la condición de las

viviendas. Estas viviendas llevan los patrones de las distintas culturas pasadas en este caso para la región de Puno de las culturas aimaras e Incas.

1.2.3. Ámbito de estudio

1.2.3.1. Ubicación y límites

Taraco se encuentra ubicado en las coordenadas 15°17'54"S 69°48'44"O. Según el INEI, Taraco tiene una superficie total de 198,02 km². Ubicado al noroeste del lago Titicaca y al sur de la laguna de Arapa. En el año 2007 tenía una población de 14657 habitantes y una densidad poblacional de 74 personas por km². Abarca un área total de 198,02 km².

1.2.3.2. Historia

Los putucos forman parte de la historia de las viviendas de estas zonas, ya que fueron construidos por los invasores chiriwanos que procedían de climas cálidos de Bolivia, al llegar a estas zonas se encontraron con un clima frío, diseñaron construcciones confortables y hoy en día se conservan muchas edificaciones de estas. Estas construcciones se realizaron con ch'ampas bloques extraídos del suelo en forma de adobe con el que se construyeron edificaciones en forma de cono.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Económica

Según el INEI Puno se encuentra junto con Amazonas, Huancavelica y Loreto entre los que tienen pobres extremos entre 7.4 y 10.2 por ciento de su población, quienes viven con menos de 161 soles mensuales. Por esta razón muchas personas no tienen recursos económicos suficientes para acceder a una vivienda digna, el interés a la sociedad es dotar de una solución definitiva a los problemas de vivienda, que sea de bajo costo, costo competitivo frente a las construcciones tradicionales. En muchos países se hicieron investigación acerca del ferrocemento con este fin y se obtuvieron resultados favorables al comparar el costo con una vivienda de construcción tradicional.

Por otro lado, se demuestra que los pobladores de la zona tratan de emigrar a otros lugares en búsqueda de mejores oportunidades, ya que el estado no soluciona los problemas de los sectores rurales y existen muchas necesidades (INEI, 2007).

1.3.2. Cultural

Soto (2014) menciona en su estudio que debido a que la zona es netamente rural, el material de construcción de las viviendas es básicamente de material rustico, es decir,

paredes de adobe, techos de calamina y piso de tierra, pero existe un pequeño sector urbano en la cual el material de construcción de sus viviendas es de concreto. Debido a la poca información y aplicación de nuevos sistemas constructivos, no se ha podido desarrollar en la construcción otras alternativas. Uno de los actuales retos sociales es el bienestar y mejora de las condiciones de vida de la sociedad. La construcción a base de ferrocemento es que las personas conozcan este material, con la finalidad de buscar solución de un sistema constructivo que sea efectivo al reducir los costos en edificación y viviendas dignas.

1.3.3. Social

Según el INEI las viviendas del distrito de Taraco están construidas de adobe en un 98.85 %, ladrillo en un 0.43% y piedra con barro en un 0.28% de un total de 3986 viviendas.

Tabla 1.
Materiales de las viviendas de Taraco.

Material	Taraco	%
Ladrillo	17	0.43%
Adobe	3.94	98.85%
Piedra con barro	11	0.28%
Otro	18	0.44%
Total	3.986	100%

Nota: Fuente: Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI), 2007.

El ferrocemento es un sistema constructivo opcional, que vino a solucionar problemas de seguir construyendo con sistemas convencionales como la albañilería confinada que resultan costosos, lentos en su ejecución, mayor desperdicio y contaminación. Se trata por este medio de sistema constructivo a base de ferrocemento poder ayudar a mejorar la calidad de vida de los seres humanos, que el usuario reciba las condiciones adecuadas para llevar a cabo sus actividades cotidianas en un ambiente confortable y agradable. El sistema ligero ayuda a tener un proceso constructivo rápido y sin necesidad de mano de obra calificada.

1.3.4. Arquitectónico

El ferrocemento consta de paredes delgadas el cual genera diseño de espacios con formas libres, sus componentes se adaptan a la arquitectura sin afectar su funcionalidad y estética, además provee además brinda al espacio de estructuras auto portantes con gran seguridad estructural, además los paneles estructurales nos permiten considerar al ferrocemento como una alternativa viable para desarrollar en el campo de la ingeniería y construcción (Ramírez, 2013).

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la viabilidad técnica, económica y social del uso de ferrocemento frente al uso de albañilería en la construcción de viviendas en el distrito de Taraco - Puno.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el módulo de vivienda social para las zonas rurales del distrito de Taraco.
- Analizar el comportamiento estructural de la vivienda estructurada con ferrocemento.
- Evaluar la factibilidad técnica de la construcción de la vivienda de ferrocemento frente a la vivienda de albañilería confinada.
- Evaluar la factibilidad económica de la construcción de la vivienda de ferrocemento frente a la vivienda de albañilería confinada.

1.5 ESQUEMA METODOLÓGICO BÁSICO

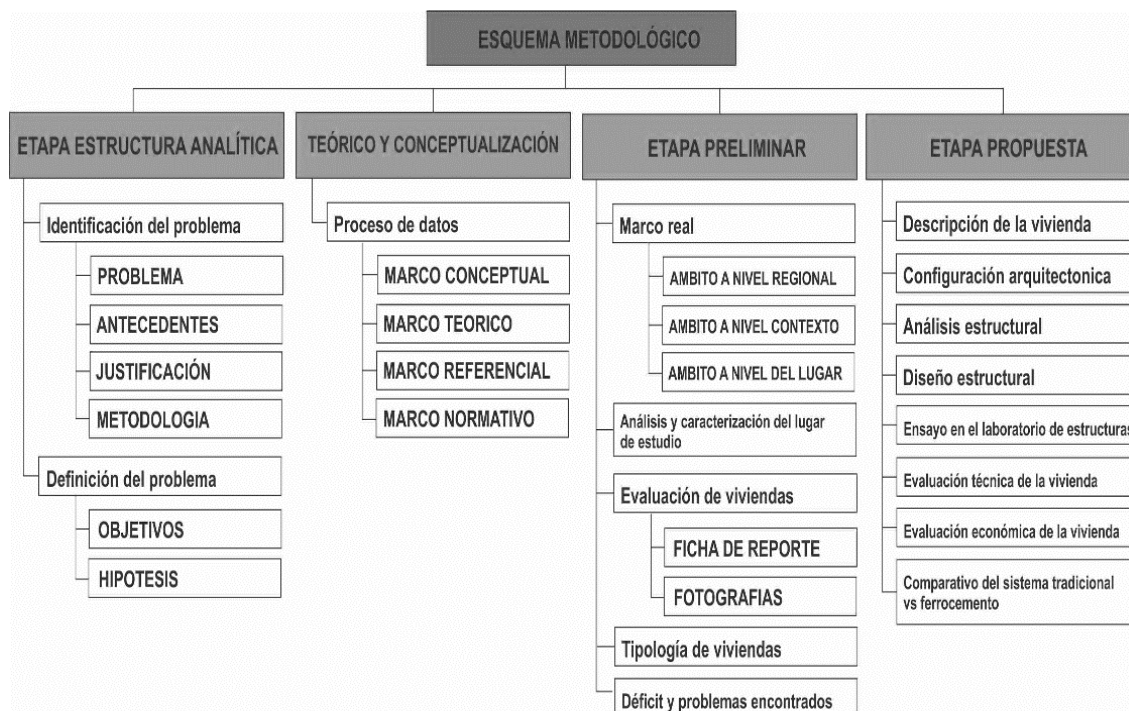


Figura 1. Esquema metodológico básico del proyecto.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1. Ferrocemento

Se puede definir el ferrocemento como un concreto armado de pared delgada, compuesto por matriz aglutinante y con aceros más finos distribuidos uniformemente en toda la sección del elemento. Esta composición permite tener un mejor comportamiento frente a los esfuerzos mecánicos y ser estructuras ligeras.

Por otro lado el comité 549 del Instituto Americano del Concreto (ACI) indica que es un tipo de concreto armado que se construye en secciones de pared delgada habitualmente utilizado con mortero de cemento hidráulico reforzado con capas muy juntas de malla de alambre continuas y diámetro relativamente pequeño, la malla puede ser de acero u otro material que resulte adecuado.

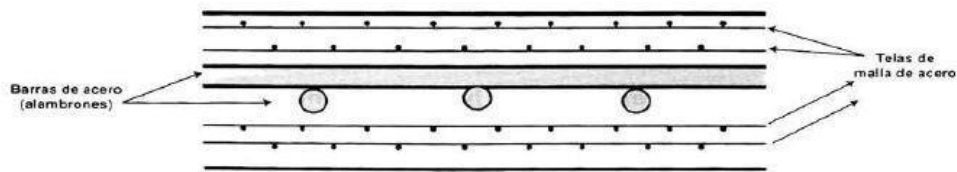


Figura 2. Sección típica del ferrocemento, distribuido con mallas de acero en varias capas.

Fuente: Bedoya (2005).

Podemos afirmar que el ferrocemento es un material compuesto por láminas, esto con la finalidad de aumentar sus propiedades mecánicas. Para un adecuado comportamiento estructural es necesario contar con capas de mallas de acero cubiertos completamente con mezcla de mortero una sobre otra.

Cuando trabajamos con mallas cuadradas generalmente las propiedades mecánicas del ferrocemento están en la misma dirección que los ejes horizontal y vertical, esto ayuda a tener un buen comportamiento debido a que los esfuerzos están en la misma dirección que el componente dúctil. Por otro lado las mallas hexagonales no llegan a tener los mismos comportamientos; sin embargo se pueden colocar rotándolas y así orientándolas uniformemente en las dos direcciones principales.

2.1.2. Diferencias con el concreto armado

De acuerdo a estudios anteriores mencionamos las principales diferencias del ferrocemento con el concreto armado:

- El ferrocemento es de espesor delgado y ligero, el concreto armado es de grandes espesores y muy pesados.
- En el ferrocemento el acero se trata de mallas de menor diámetro y que están distribuidos en toda su sección en cambio en el concreto armado se trata de aceros de gran diámetro distribuidos verticalmente y/o horizontalmente solo en elementos estructurales.
- El ferrocemento está constituido solo por agregados finos y el concreto armado con agregados finos y gruesos.
- El ferrocemento dependiendo del tipo de malla que se utilice puede tener comportamientos mecánicos similares tanto horizontalmente como verticalmente, en el concreto armado los comportamientos varían de acuerdo a la dirección del componente dúctil.
- La resistencia a tracción puede llegar a ser similar a la resistencia a compresión en cambio en el concreto armado la resistencia a tracción es muy baja.
- En el ferrocemento la resistencia contra el fuego es muy baja debido al espesor de los paneles.
- En el ferrocemento no se necesita una buena tecnología ni mano de obra calificada para su construcción, en cambio en el concreto armado se necesita un mínimo de tecnología.
- Debido a la distribución de las mallas el ferrocemento llega a tener solo pequeñas grietas y capaz de deformarse.

2.1.3. Componentes del ferrocemento

2.1.3.1. Malla de refuerzo

Las mallas de alambre es uno de los componentes principales y el comportamiento de las estructuras de ferrocemento dependen mucho del tipo, cantidad, orientación y las propiedades de estas. Las mallas hexagonales son las más utilizadas conocidas también como: “mallas de gallinero”, sin embargo estructuralmente no son tan eficientes como las rectangulares.

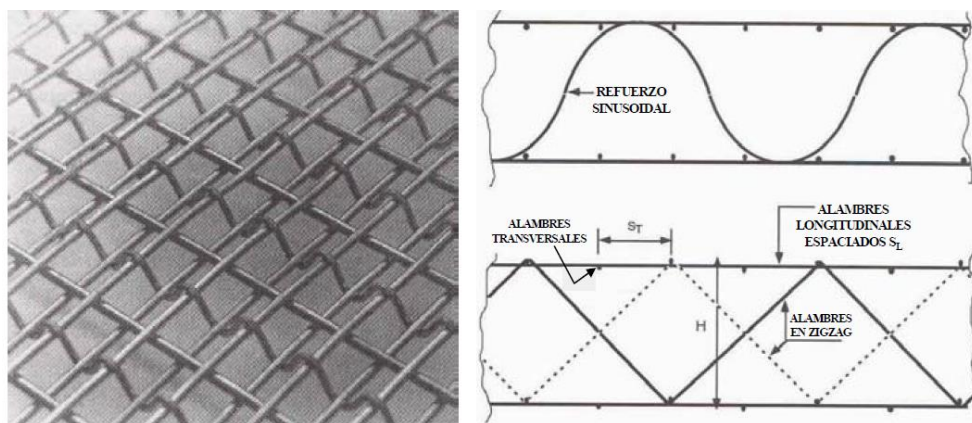


Figura 3. Malla tridimensional.

Fuente: Bedoya (2005).

Por lo que su colaboración estructural para esfuerzos vectores no es significativa. Sin embargo, en secciones más complejas, las barras de refuerzo alejadas del eje neutro del elemento participan activamente en la respuesta estructural a la flexión (Naaman, 2000).

Tabla 2.

Características de la malla de acero.

Malla de acero	
Diámetro del alambre	$0.50 \leq dw \leq 1.50 \text{ mm}$
Tipo de malla	Malla de alambre galvanizado cuadrado, hexagonal o de metal expandido
Tamaño de abertura	$0.50 \leq D \leq 1.50 \text{ mm}$
Número de capas de malla	6 capas por cm de espesor
Superficie específica de refuerzo	Hasta $4\text{cm}^2/\text{cm}^3$ en ambas direcciones
Fracción de volumen de refuerzo	Hasta 8% en ambas direcciones equivalente a 630 kg/m^3 por mallas de acero de refuerzo

Nota: Fuente: ACI (1997).

Tabla 3.

Características del acero esqueletal.

Acero esqueletal	
Tipo	Alambre, varillas y barras
Diámetro	$3.0 \leq db \leq 10 \text{ mm}$
Tamaño de rejilla	$50 \leq db \leq 150 \text{ mm}$

Nota: Fuente: ACI (1997).

2.1.3.2. Agregado

El agregado a emplearse es el agregado fino, pasantes la malla 3/8" de acuerdo a la normativa ASTM C33, esto debido a que los agregados gruesos no llegan a tener buenos comportamientos en espesores tan delgados. Por otro lado es recomendable escoger el tamaño máximo en función de la separación de las mallas de acero, asegurándonos de esta manera que el concreto pueda penetrarse adecuadamente y así obtener un panel homogéneo. La distribución uniforme de estos agregados es muy importante para lograr una buena trabajabilidad y resistencia siempre evitando la segregación y altos contenidos de agua. En la siguiente tabla se muestra las especificaciones de la norma ASTM para una buena granulometría del agregado fino para el ferrocemento.

Tabla 4.
Granulometría para el agregado fino.

Abertura (mm)	Malla #	Porcentaje que pasa
9.5	3/8"	100
4.75	4	95 a 100
2.36	8	80 a 100
1.18	16	50 a 85
0.6	30	25 a 60
0.3	50	10 a 30
0.15	100	2 a 10

Nota: Fuente: Bedoya y Farbiarz (2002).

2.1.3.3. Aditivo

Generalmente el aditivo se utiliza para mejorar las características físicas y mecánicas de la mezcla, utilizándose en gran parte para tener una buena trabajabilidad y es recomendable su uso en el ferrocemento evaluando las distintas necesidades de los proyectos.

2.1.3.4. Agua

Una buena dosificación depende mucho de la cantidad de agua, para ello debe de estar libre de sustancias orgánicas y/o impurezas que puedan afectar las propiedades de la mezcla o la corrosión de las mallas.

2.1.4. Propiedades del ferrocemento

2.1.4.1. Fracción de volumen de refuerzo y de mortero

Es la relación que existe entre el volumen de refuerzo y el volumen compuesto:

$$V_r = \frac{V_{refuerzo}}{V_{compuesto}}$$

Sin embargo se requiere tener un acero esquelético para el diseño de ferrocemento, para ello Naaman (2000) nos muestra la siguiente expresión que nos permite determinar la fracción de volumen de refuerzo para una malla rectangular:

$$V_r = \frac{N\pi d_w^2}{4h} * \left[\frac{1}{D_L} + \frac{1}{D_T} \right]$$

Dónde:

N: Número de capas de malla

d_w: Diámetro del alambre de la malla

h: Espesor del elemento de ferrocemento

D_t, D_l: Distancia centro a centro entre los alambres longitudinales y transversales de la malla

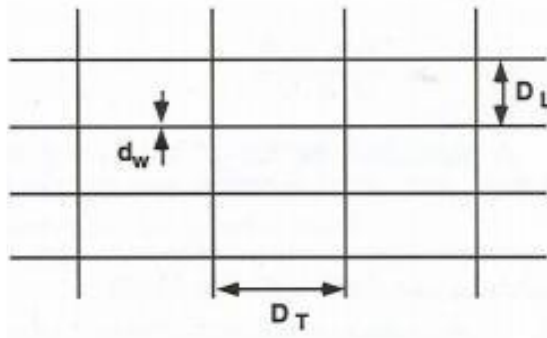


Figura 4. Geometría de la malla.

Fuente: Bedoya (2005).

La fracción de volumen de refuerzo V_r puede ser descompuesta para las dos direcciones longitudinal y transversal:

$$V_r = V_{rT} + V_{rL}$$

$$V_{rL} = \frac{N\pi d_w^2}{4h} \frac{1}{D_L}$$

$$V_{rT} = \frac{N\pi d_w^2}{4h} \frac{1}{D_T}$$

Para obtener la fracción de volumen de cualquier tipo de malla distinto a las rectangulares se debe utilizar la siguiente expresión:

$$V_r = \frac{NW_r}{h\gamma_r}$$

Dónde:

W_r : Peso unitario de la malla de refuerzo [kg/m² o kN/m²]

γ : Densidad de la malla de refuerzo [kg/m³ o kN/m³]

Las expresiones anteriores son válidas para cualquier sistema de unidades puesto que V_r es adimensional.

La fracción de volumen de mortero V_m está definida como:

$$V_m = \frac{A_m}{A_c}$$

Dónde:

A_m : Área transversal de la sección del mortero

A_c : Área transversal de la sección del compuesto de ferrocemento ($A_c=A_r+A_m$)

2.1.4.2. Área efectiva de refuerzo

Es la cantidad de refuerzo que tiene un elemento y la principal diferencia del ferrocemento frente a al concreto armado es que la dirección del refuerzo es horizontal y vertical. Obtener el área de refuerzo A_r en el caso de mallas hexagonales o de metal expandido es más complejo ya que no se conoce su orientación final; sin embargo se sugiere la siguiente ecuación para un área de refuerzo equivalente en la dirección de carga.

$$A_r = \eta_o V_r A_c$$

Dónde:

V_r : Fracción de volumen total de refuerzo.

A_c : Área transversal de la sección de ferrocemento.

η_o : Factor de eficiencia del refuerzo en la dirección considerada de la carga. Este valor se puede tomar en la dirección longitudinal, transversal o en cualquier otra dirección. Generalmente son obtenidos de pruebas de laboratorio sobre mallas de acero para ferrocemento.

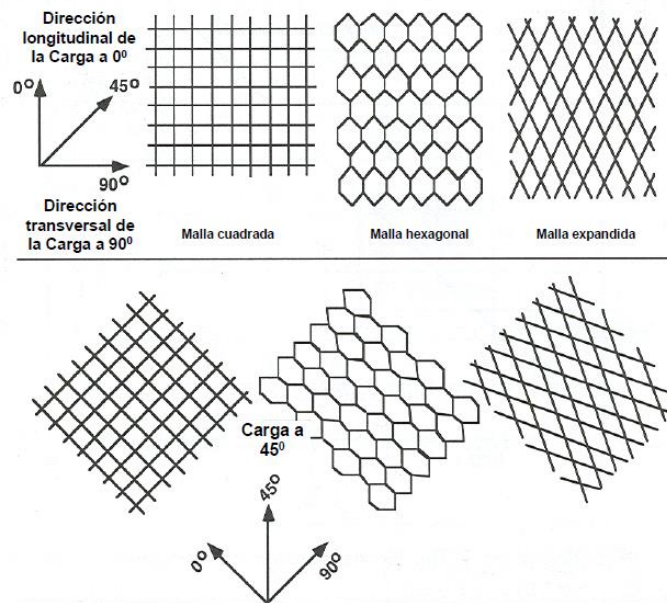


Figura 5. Dirección de la carga y orientación de las mallas de refuerzo.

Fuente: Bedoya (2005).

En la figura anterior se muestra un esquema de la dirección de la carga y la orientación de la malla. El efecto en la orientación de la malla tiene un mayor peso cuando el elemento de ferrocemento es construido con mallas de metal expandido o hexagonal. Generalmente, la anisotropía del ferrocemento puede ser reducida alternando la colocación de las capas de malla en toda la profundidad del elemento (Malpica, 2017).

2.1.4.3. Superficie específica de refuerzo

La superficie específica del refuerzo es la relación que existe entre el área total lateral del refuerzo adherido al compuesto entre el volumen de compuesto.

$$S_r = \frac{\text{Superficie del área total adherida al refuerzo}}{\text{Volumen del compuesto}}$$

Para una malla de alambre de diámetro d_w , la superficie específica S_r , puede ser dividida en dos partes; una parte para la dirección longitudinal y otra para la dirección transversal:

$$S_r = \frac{4V_r}{d_w}$$

Para una malla cuadrada de alambre se tiene la siguiente relación:

$$S_{rT} = S_{rL} = \frac{S_r}{2} = \frac{2V_r}{d_w} = \frac{4V_{rL}}{d_w} = \frac{4V_{rT}}{d_w}$$

2.1.5. Propiedades del compuesto

En la siguiente tabla podemos apreciar algunas de las propiedades mecánicas del compuesto de ferrocemento.

Tabla 5.

Propiedades del ferrocemento.

Propiedades del ferrocemento	
Espesor	$6 \leq dw \leq 50\text{mm}$
Recubrimiento del acero	$1.50 \leq D \leq 3\text{ mm}$
Resistencia ultima a tracción	Hasta 35 Mpa
Deformación ultima a tracción	0.0035 o la deformación ultima del refuerzo
Esfuerzo permisible a tracción	0.6 fy o hasta 14 Mpa
Módulo de ruptura	Hasta 70 Mpa
Relación flexión/tracción	De 2.0 a 2.5
Resistencia a la compresión	De 12 a 96 Mpa
Ancho de fisuras W	$0.05 \leq W \leq 0.10\text{ mm}$

Nota: Fuente: ACI (1997).

2.1.6. Comportamiento carga- deformación bajo carga estática del ferrocemento

2.1.6.1. Comportamiento elástico a tensión

De acuerdo a estudios se puede afirmar que el concreto no tiene una buena resistencia a tensión, pero en este caso debido a la cantidad de acero y la distribución uniforme de este en los elementos de ferrocemento llegan a tener buen comportamiento. Dependiendo al tipo de carga que se aplica se puede mencionar tres estados: estado elástico, estado de agrietamiento (elasto-plástico) y estado de fluencia (plástico).

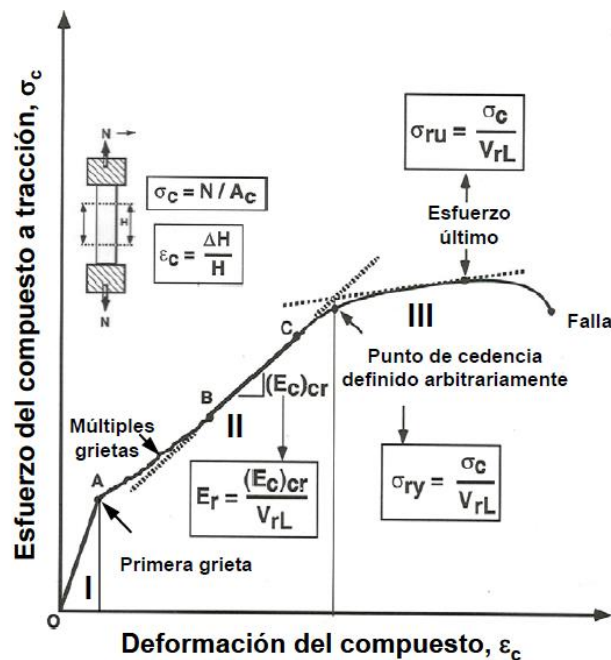


Figura 6. Curva típica esfuerzo - deformación en tracción del ferrocemento.

Fuente: Naaman (2000).

Estado elástico I: En este estado el elemento se comporta deformándose de forma proporcional de acuerdo a la carga aplicada sin perder la adherencia entre el mortero y el acero. En las mallas de acero con orientaciones distintas a las rectangulares el cálculo del módulo de elasticidad efectivo es más complejo, pero se puede analizar por franjas donde se evalúa el aporte de cada elemento en función a las tensiones.

Estado de agrietamiento II: Con el aumento de la carga el comportamiento del elemento pierde su linealidad y aparecen las grietas ensanchándose cada vez más. Naaman (2000) empíricamente utilizó la siguiente ecuación para el cálculo de la resistencia a la primera grieta:

$$\sigma_{cr} = 2,40S_L + \sigma_{mu}$$

Estado de fluencia III: Con el aumento de las cargas el elemento actúa conjuntamente y las grietas aumentan uniformemente, hasta un ancho de grieta aproximado de 100 micras. Finalmente se registra el esfuerzo máximo y el esfuerzo empieza a disminuir.

2.1.6.2. Módulo de elasticidad a tracción

Es la medida que indica el cambio de esfuerzo en dos puntos en una curva de esfuerzo deformación cuando se somete a una carga a tracción, a continuación podemos ver algunas definiciones:

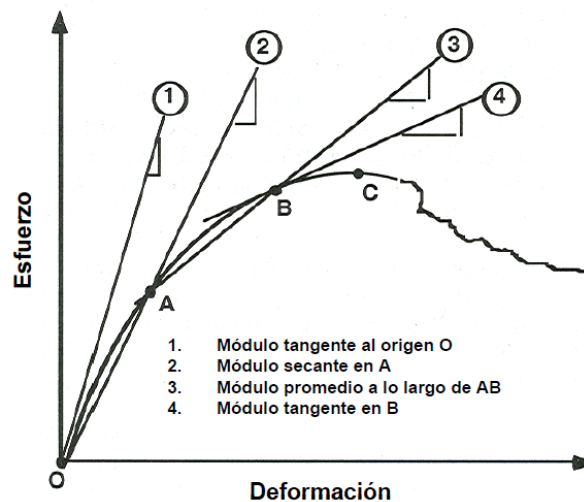


Figura 7. Definiciones del módulo de elasticidad.

Fuente: Naaman (2000).

Mediante la siguiente ecuación se puede estimar el modulo del ferrocemento:

$$(Ec)_{ub} = E_r V_r + E_m V_m = E_r V_r + E_m (1 - V_r)$$

Donde:

E_r : Módulo elástico del sistema de refuerzo en la dirección de la carga.

E_m : Módulo de elasticidad del mortero asumido isotrópico.

V_m, V_r : Fracción de volumen y de mortero.

La siguiente ecuación es propuesta por Naaman (2000) para obtener el módulo de elasticidad agrietado.

$$(E_c)_{cr} = \frac{E_m V_m + E_r V_r \lambda}{\lambda}$$

Donde:

V_r : Fracción de volumen de refuerzo en la dirección de la carga

λ : Factor que puede tomar valores entre 2 y 3. El valor de 3 se recomienda para fracciones de volumen de refuerzo bajo.

2.1.7. Comportamiento en compresión

Está caracterizado por el módulo de elasticidad del ferrocemento en compresión, este comportamiento típico se muestra en la siguiente figura.

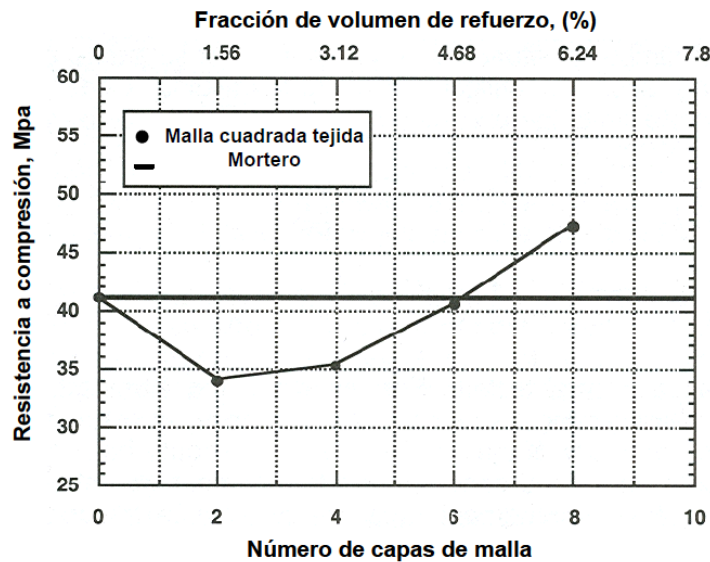


Figura 8. Resistencia a la compresión del ferrocemento.

Fuente: Naaman (2000).

Al igual que otras estructuras la resistencia a compresión es uno de los parámetros más utilizados para calcular la capacidad de resistencia de una estructura frente a distintas cargas. En este caso las mallas de acero no contribuyen debido a que tienden a pandearse, sin embargo el resultado final depende más de otros factores como la relación agua – cemento y la granulometría controlada del agregado fino. La resistencia a compresión típica

en estructuras de ferrocemento es de 30 a 70 MPa. Es habitual cuando no existen datos disponibles, elegir una resistencia última a compresión de aproximadamente el 0.85 de la resistencia del mortero (Naaman, 2000).

2.1.8. Comportamiento a flexión

Se puede tener diferentes estados en el comportamiento a flexión como se aprecia en la figura 9.

El tramo inicial OA, es cuando el elemento aún no tiene ninguna grieta. En la porción AB, aparecen las grietas y el ancho de estas aumentan cada vez que la carga aumenta. En el tramo BC, con el aumento de la carga llega al punto donde empieza la cedencia gradual del acero de refuerzo. La región CD, es la postcedencia donde el elemento se endurece por deformación. El punto D representa la carga última. El tramo DE, este tramo lleva a la falla en el punto E.

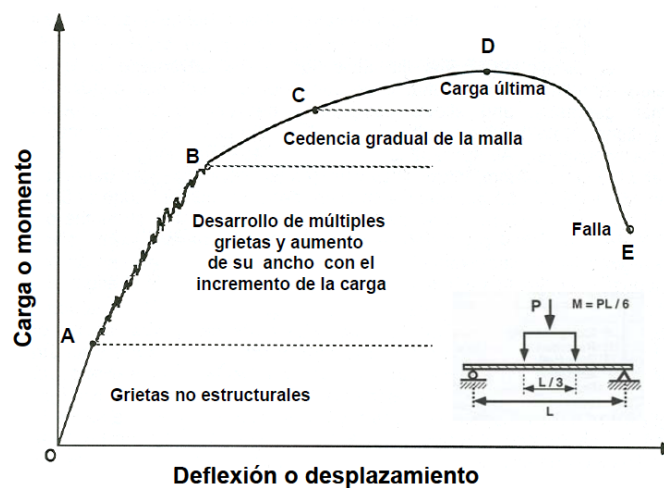


Figura 9. Comportamiento de deflexión o desplazamiento.

Fuente: Naaman (2000).

2.1.9. Resistencia última a tensión

Bedoya (2005) indica que la capacidad a carga última a tracción del ferrocemento es independiente del espesor del elemento y equivale a la resistencia última de los alambres de refuerzo. El mortero no aporta resistencia a tracción, es frágil y falla. El desempeño del material es expresado más en términos de la carga que en términos del esfuerzo a tracción.

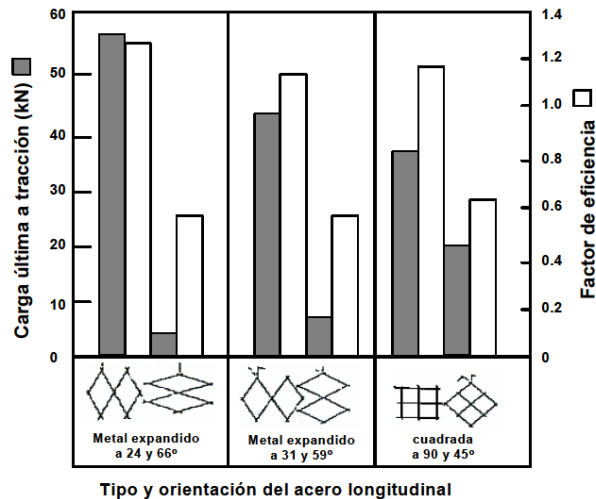


Figura 10. Influencia de la orientación del refuerzo en la resistencia última a tensión.

Fuente: ACI (1997).

2.1.10. Resistencia última a cortante

Debido a que el ferrocemento es de pared delgada, al someterse a una carga el elemento tiende a pandearse por lo cual la falla es generalmente es por flexión y no por cortante. La siguiente ecuación nos ayuda a obtener la resistencia a cortante.

$$v_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6}$$

Donde:

v_c : Resistencia promedio nominal a cortante proporcionada por la matriz de mortero

f'_c : Resistencia a la compresión del mortero.

2.2 MARCO HISTÓRICO

El ferrocemento es un material ya estudiado desde hace mucho tiempo y se vino aplicando en la construcción de viviendas de bajo costo sobre todo en países latinoamericanos: Bolivia, Chile, Colombia, Cuba y Argentina, algunos llegaron a combinar con otros sistemas estructurales mientras la mayoría se construyó con el fin de suplir el déficit de una vivienda digna.

2.2.1. Chile

Barrientos (2004) en su tesis "Diseño en ferrocemento de un edificio destinado a vivienda social" realizó el diseño de un edificio de tres pisos empleando sistema modular de paneles y losetas de ferrocemento.

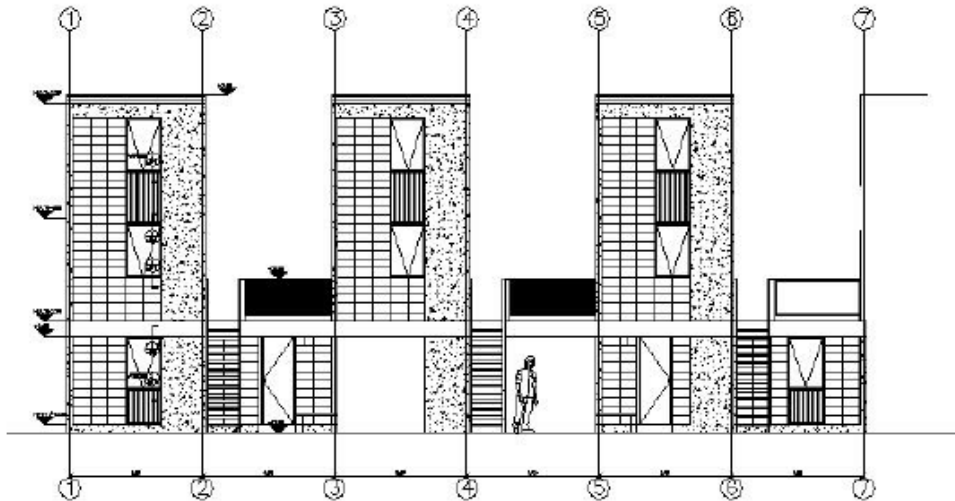


Figura 11. Fachada frontal del edificio destinado a vivienda social.

Fuente: (Barrientos, 2004).

El proyecto general consta de 93 viviendas de bajo costo y estos se dividen en 38 casas con patio, ubicadas en primer piso y 55 casas de alto, ubicadas en dúplex a partir del segundo piso. Se realizó el estudio de los paneles de ferrocemento como también el comportamiento estructural de estos, obteniendo buenos resultados para la zona sísmica en la cual se encuentra.

2.2.2. México

Mecott (2005) en su tesis titulada “Vivienda bioclimática con paneles modulares de ferrocemento y materiales aislantes alternativos para la ciudad de Oaxaca” diseño una vivienda modelo de 30 m², en el cual evaluó sobre todo las propiedades térmicas con diferentes tipos de aislantes. Obteniendo resultados favorables para el clima en de Oaxaca.



Figura 12. Prototipo de vivienda económica de paneles de ferrocemento.

Fuente: Mecott (2005).

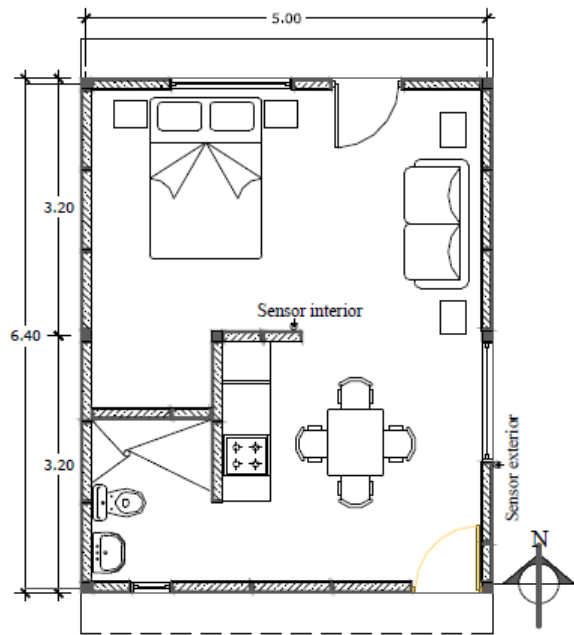


Figura 13. Planta de la vivienda prototipo.

Fuente: Mecott (2005).

Se diseñaron paneles tipo el cual estaba conformado por ferrocemento y cartón de yeso, se pintó de color azul en la cara interior, con mortero en relación de peso cemento arena 1:3 y la cara exterior de la edificación se pintó de color blanco. La cubierta está constituida por una estructura metálica.

2.2.3. Cuba



Figura 14. Parque Bocanao, figuras de animales prehistórico.

Fuente: (Wainshtok y lizaso, 2014).

En el año 1982 bajo la dirección de Roberto Valdés se construyó el parque Baconao, en la cercanía de Santiago de Cuba. Este lugar es un valle importante de la prehistoria, por lo cual con la utilización del ferrocemento se construyó figuras de animales gigantes de la prehistoria de más de 9 metros de altura que se volvió una atracción turística y educativa.

Esto demostró que el ferrocemento se puede utilizar no solo en construcciones regulares, sino que tiene un buen uso y buen comportamiento estructural en construcciones irregulares de figuras difícil de construir con los sistemas tradicionales. De igual manera en este lugar se llegó a construir viviendas el cual actualmente se utiliza como sede del museo del ferrocemento.



Figura 15. Primeras viviendas de ferrocemento en Cuba.

Fuente: (Wainshtok y lizaso, 2014).

Con el transcurso del tiempo y con las investigaciones cada vez más desarrolladas la prefabricación de paneles de ferrocemento para la construcción se fue tecnicando cada vez más. De la producción de paneles en moldes fijos ahora se pasó a la producción con moldes portátiles el cual permitió mejorar la calidad de las construcciones.



Figura 16. Edificio de dos plantas en San Luis, Santiago de Cuba.

Fuente: (Wainshtok y Lizaso, 2014).

2.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis general

Las viviendas estructuradas con ferrocemento en las zonas rurales de Taraco son más factibles desde el punto de vista técnico, económico y social frente a una vivienda tradicional de albañilería confinada.

2.3.2. Hipótesis específico

- El módulo de la vivienda propuesta es adecuado para el uso de la Población rural de Taraco.
- La vivienda con paneles de ferrocemento tiene un buen comportamiento estructural frente a las normas de diseño.
- Desde el punto de vista técnico la construcción de una vivienda estructurada con ferrocemento es más factible que construir con albañilería confinada.
- Desde el punto de vista económico la construcción de una vivienda estructurada con ferrocemento resulta más factible que construir con una vivienda de albañilería confinada.

2.4 SISTEMA DE VARIABLES

- Objeto de estudio: Vivienda estructurada con ferrocemento.
- Variable independiente: Modulo de la vivienda
- Variable dependiente: Costo de la vivienda.

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

El propósito del siguiente capítulo es describir la situación de las principales características económicas y sociales de la zona de estudio que nos ayudara a proponer nuestro modelo de vivienda.

Se ha determinado una tipología representativa de la construcción de viviendas en las comunidades del distrito de Taraco.

3.1.1. Recopilación de información

El trabajo de campo consistió en realizar 3 visitas a las comunidades de Taraco, la primera consistió en el reconocimiento y análisis de las viviendas de dichas comunidades de igual manera obtener el permiso de la Municipalidad Distrital de Taraco y los tenientes de las comunidades. En la segunda visita, se continuó el trabajo de reconocimiento y el registro de las mediciones de las viviendas y se observaron de las principales características, realizando entrevistas con los pobladores. En la tercera y última visita se culminó con la recopilación de información.

3.1.2. Selección de las zonas a analizar

Se decide analizar la comunidad de Tunigrande debido a que esta representa a todas las comunidades aledañas.

3.1.3. Formulación de la tipología representativa

Una vez tomado los datos de las principales características de las viviendas del medio rural se procedió a definir la tipología considerando las similitudes que existen entre todas las viviendas estudiadas.

3.1.4. Análisis y caracterización del lugar de estudio

3.1.4.1. Ubicación

Departamento	: Puno
Provincia	: Huancané
Distrito	: Taraco (comunidades)

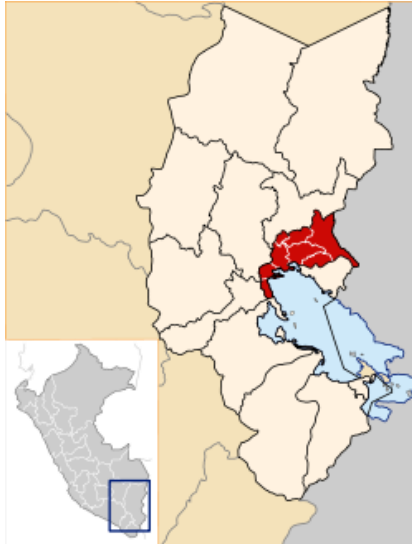


Figura 17. Ubicación regional de la zona de estudio.
Fuente: (Municipalidad Provincial de Huancané).

Geográficamente se encuentra entre las coordenadas Este 349,460m a 400,000m y Norte 8'309,174m a 8'313,244m y a 3820 msnm de altura.

Políticamente se encuentra en la región de Puno, Provincia de Huancané, Distrito de Taraco y limita con los siguientes distritos:

- Por el Norte: Con los distritos de Huancané y Samán (Provincia de Azángaro).
- Por el Sur: Con el Distrito de Pusi.
- Por el Este: Con el Distrito de Huancané y el lago Titicaca.
- Por el Oeste: Con el Distrito de Samán (Provincia de Azángaro).

3.1.4.2. Climatología

Debido a que en el norte se encuentra el lago Arapa y al sur el lago Titicaca es de un clima frío seco. Durante los meses de abril a noviembre existen las heladas con temperaturas muy bajas por debajo del cero por las noches y durante el día muy soleado con vientos y pequeñas lluvias. Durante los meses de diciembre a marzo se tiene grandes precipitaciones el cual es favorable para el cultivo.

3.1.4.3. Temperatura

Los datos de la estación meteorológica de Taraco durante los años 1994 a 2010 nos muestran que la temperatura promedio anual es de 7.79°C, la temperatura máxima es de 16.08 °C y la temperatura mínima es de -0.51°C.

Tabla 6.

Promedio multianual (1994-2010) temperatura máxima media y mínima de la estación meteorológica de Taraco.

Mes	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura mínima (°C)
Enero	15.34	10.24	5.12
Febrero	15.38	10.14	4.94
Marzo	15.35	9.61	3.82
Abril	15.88	7.94	-0.04
Mayo	16.09	5.56	-4.96
Junio	15.38	3.91	-7.57
Julio	15.29	3.66	-8.21
Agosto	15.92	5.04	-5.81
Septiembre	16.75	7.34	-2.07
Octubre	17.22	9.4	1.61
Noviembre	17.54	10.14	2.74
Diciembre	16.82	10.53	4.26
Promedio	16.08	7.79	-0.51

Nota: Fuente: Actualización del balance hídrico de la cuenca del río Ramis.

3.1.4.4. Precipitación

La estación meteorológica de Taraco en los años de 1991 a 2010 indica que las precipitaciones pluviales llegan a un promedio anual de 558.94 mm/año y tiene una variación de la precipitación media mensual de 1.32 mm hasta 129.68 mm. La precipitación generalmente se da durante los meses de diciembre hasta marzo y el periodo seco durante los meses de mayo a agosto.

3.1.4.5. Topografía

La zona de estudio consta de un terreno plano con pocas irregularidades, pero la mayor parte es llana, el cual tiene una pendiente suave cuyo promedio es de 0.5%.

3.1.4.6. Uso actual de suelos

La mayoría de los espacios de estas zonas rurales se utilizan para el pastoreo de animales y para el cultivo de alimentos aprovechando las lluvias. Dentro de la zona se realizan cultivos como: papa, cebada, avena, quinua, cañahua, etc. y la crianza de ganado vacuno.

3.1.5. Características socioeconómicas

Las principales actividades económicas en mayor porcentaje son la agricultura y la ganadería.

3.1.5.1. Agricultura

Se realiza con los métodos tradicionales, aunque últimamente los cultivos y la cosecha se realizan con maquinarias.

Tabla 7.
Producción agrícola (Ha) del Distrito de Taraco.

Cultivo	Producción Agrícola (Ha)
Alfalfa	3856.36
Avena grano	959.26
Avena forrajera	2838.99
Cebada forrajera	1927
Cebada grano	447.14
Papa	1869.22
Quinoa	1282.41
Habas	846.15
Cañihua	201.5
Otros	2677.96
Total	16905.99

Nota: Fuente: Ministerio De Agricultura.

3.1.5.2. Ganadería

Los principales animales de crianza en estas zonas son el ganado: ovino, vacuno y porcino. De igual manera trabajaron en el mejoramiento de razas para el ganado vacuno y ovino. Principalmente la zona se caracteriza por la producción de leche y carne.

Tabla 8.
Producción de ganadería del Distrito de Taraco.

Tipo de Ganado	Producción ganadería
Vacuno	57.195
Ovino	59.903
Equino	5.029
Aves	15.259
Cuyes	9.763
Porcino	10.859

Nota: Fuente: Gobierno Regional Puno.

3.1.5.3. Artesanía

La mayoría de las mujeres de estas zonas se dedican a la fabricación de textiles: mantas, llicllas multicolores, chompas y chalecos de lana de oveja, siempre mostrando adornos y figuras de la cultura y lo utilizan en diferentes actividades culturales. También utilizan la lana sintética para el tejido de ponchos y frazadas.

3.1.5.4. Industria

Gracias a que es uno de los grandes productores del queso andino debido a que se hacen la mejora continua de razas de vacuno y ovino, Taraco es considerado la cuenca lechera del altiplano.

3.1.6. Características demográficas

En el siguiente cuadro podemos apreciar la disminución de la población rural en el año 2013 con respecto al año 2007. Esto se debe a que muchas personas migran en busca de mejores oportunidades y condiciones de vida.

Tabla 9.

Población y tasa de crecimiento intercensal anual del Distrito de Taraco.

Distrito	Población 1993	Población 2007	Tasa de crecimiento	Población estimada 2013
Taraco	15.817	14.657	-0.54%	14.186

Nota: Fuente. Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI), 2007.

3.1.7. Características de las viviendas

Por ser el medio rural la mayor cantidad de viviendas con de material rustico, con paredes de adobe, techos de calamina y piso de tierra. Según el INEI las viviendas de adobe representan el 98.85%.

Tabla 10.

Material de las viviendas.

Material	Taraco	%
Ladrillo	17	0.43%
Adobe	3.94	98.85%
Piedra con barro	11	0.28%
Otro	18	0.44%
Total	3.986	100%

Nota: Fuente: Instituto nacional de Estadística e Informática (INEI), 2007.

Las características de las zonas de estudio son las deficiencias de los servicios básicos con las cual cuenta.

3.1.7.1. Servicio de agua

De acuerdo a las encuestas realizadas el 100% de la población cuenta con este servicio, esto gracias a que los gobiernos locales priorizaron este servicio fundamental. De igual

manera para el consumo de agua para los animales se extraen agua del subsuelo mediante pozos de gran profundidad y algunos otros con la ayuda del río Ramis.

3.1.7.2. Servicio de desagüe

En el caso de este servicio la mayoría de la población no cuenta con este servicio más que el medio urbano. Pero algunas comunidades cuentan con un sistema de biodigestor básico que fue construido mediante un proyecto del ministerio de vivienda. El resto de la población cuenta con letrinas y/o pozos ciegos, siendo la gran necesidad de la población.

3.1.7.3. Servicio de electrificación

Al igual que el servicio de agua, el 100% de la población también cuenta con el servicio de electrificación, sin embargo, no toda la población cuenta con los electrodomésticos principales de una vivienda.

3.2 EVALUACIÓN DE LAS VIVIENDAS PARA OBJETIVOS ESTABLECIDOS

La evaluación planteada en el siguiente estudio consiste en obtener la realidad actual de las viviendas construidas y las condiciones de vida de estas personas. Para esto nuestra ficha de reporte está dividido en varias partes para así obtener datos necesarios para el estudio.

3.2.1. Aspectos informativos.

Dentro de los aspectos informativos mencionamos los detalles principales que caracterizan a las viviendas de estas zonas como:

- Si la vivienda tuvo dirección técnica en el diseño.
- Si la vivienda tuvo dirección técnica al momento de construir.
- Número de pisos construidos.
- Número de pisos proyectados.
- Antigüedad de la vivienda.
- Número de habitaciones.
- Número de personas que viven.
- Costo de la construcción.
- Si la vivienda cuenta con acabados.
- Condición actual de puertas y ventanas.
- Peligros naturales que afectan a la vivienda.
- Topografía y geotecnia en la zona.
- Estado de la vivienda: Muy mala, mal, buena, muy buena.

3.2.2. Aspectos técnicos

Dentro de los aspectos técnicos logramos identificar las características de los: cimientos, sobrecimientos, muros, techos, columnas, vigas y otros. De igual manera en la segunda hoja de la ficha se identificaron algunos problemas típicos:




- Problemas de ubicación.
- Problemas estructurales.
- Problemas constructivos.
- Condición de mano de obra.

3.2.3. Fotografías

La ficha de reporte cuenta con dos fotos más resaltantes de la encuesta, sin embargo, fue en este aspecto en el cual tuvimos algunos inconvenientes debido a que en la mayoría de los casos los encuestados no querían que tomemos fotografías de sus viviendas y peor aún en algunos casos no querían colaborar con las encuestas realizadas.

3.2.4. Configuraciones en planta y altura

Se tomaron algunas medidas principales de las viviendas, para así poder graficarlo con la ayuda del programa AutoCAD 2018, y tener las principales configuraciones en planta y elevación que caracterizan a estas viviendas del medio rural.

	FICHA DE REPORTE		CODIGO DE LA VIVIENDA	002																			
			SISTEMA ESTRUCTURAL	adobe																			
NOMBRE DE LA INVESTIGACION		Análisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco – Puno.																					
INVESTIGADOR		Bebeto Huanca Quispe																					
ASPECTOS INFORMATIVOS		Fotografía 01																					
<table border="1"> <tr> <td>Departamento</td> <td style="text-align: center;">Puno</td> </tr> <tr> <td>Distrito</td> <td style="text-align: center;">Taraco</td> </tr> <tr> <td>Provincia</td> <td style="text-align: center;">Huancané</td> </tr> <tr> <td>Dirección</td> <td style="text-align: center;">Comunidad Sacasco</td> </tr> </table>		Departamento	Puno	Distrito	Taraco	Provincia	Huancané	Dirección	Comunidad Sacasco														
Departamento	Puno																						
Distrito	Taraco																						
Provincia	Huancané																						
Dirección	Comunidad Sacasco																						
<table border="1"> <tr> <td>Dirección técnica en el diseño</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> <tr> <td>Dirección técnica en la construcción</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> <tr> <td>Pisos construidos</td> <td style="text-align: center;">1 Piso</td> </tr> <tr> <td>Pisos proyectados</td> <td style="text-align: center;">1 Piso</td> </tr> <tr> <td>antigüedad de la vivienda</td> <td style="text-align: center;">13 años</td> </tr> <tr> <td>Numero de habitaciones</td> <td style="text-align: center;">1 Habitación</td> </tr> <tr> <td>Numero de personas que viven</td> <td style="text-align: center;">4 Personas</td> </tr> <tr> <td>Costo de la construcción</td> <td style="text-align: center;">4800 soles</td> </tr> <tr> <td>Acabados</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> <tr> <td>Condición de ventanas</td> <td style="text-align: center;">Mala</td> </tr> <tr> <td>Condición de puertas</td> <td style="text-align: center;">Mala</td> </tr> </table>		Dirección técnica en el diseño	No	Dirección técnica en la construcción	No	Pisos construidos	1 Piso	Pisos proyectados	1 Piso	antigüedad de la vivienda	13 años	Numero de habitaciones	1 Habitación	Numero de personas que viven	4 Personas	Costo de la construcción	4800 soles	Acabados	No	Condición de ventanas	Mala	Condición de puertas	Mala
Dirección técnica en el diseño	No																						
Dirección técnica en la construcción	No																						
Pisos construidos	1 Piso																						
Pisos proyectados	1 Piso																						
antigüedad de la vivienda	13 años																						
Numero de habitaciones	1 Habitación																						
Numero de personas que viven	4 Personas																						
Costo de la construcción	4800 soles																						
Acabados	No																						
Condición de ventanas	Mala																						
Condición de puertas	Mala																						
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Peligros naturales que afectan a la vivienda</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>La vivienda se encuentra frente a peligros de inundaciones</i></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Topografía y geotecnia</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>Topografía plana</i></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Estado de la vivienda</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>Condiciones malas de habitabilidad</i></td> </tr> </table>		Peligros naturales que afectan a la vivienda		<i>La vivienda se encuentra frente a peligros de inundaciones</i>		Topografía y geotecnia		<i>Topografía plana</i>		Estado de la vivienda		<i>Condiciones malas de habitabilidad</i>		Fotografía 02									
Peligros naturales que afectan a la vivienda																							
<i>La vivienda se encuentra frente a peligros de inundaciones</i>																							
Topografía y geotecnia																							
<i>Topografía plana</i>																							
Estado de la vivienda																							
<i>Condiciones malas de habitabilidad</i>																							
																							
ASPECTOS TECNICOS DE LA VIVIENDA																							
Elementos de la vivienda																							
elementos	Características																						
Cimientos	<i>Cimientos corridos en base a Ch'ampa (Elementos extraídos de la tierra)</i>																						
Sobrecimientos	<i>Construido con Chámpa hasta una altura de 0.80 m del nivel del suelo</i>																						
Muros	<i>de adobe en malas condiciones por el paso de los años</i>																						
Contrafuertes	<i>la vivienda no posee contrafuertes</i>																						
Techo	<i>Calaminas</i>																						
Columnas	<i>La vivienda no cuenta con columnas</i>																						
Vigas	<i>La vivienda no cuenta con vigas</i>																						
Otros																							

<p><i>Configuracion en planta</i></p>																			
<p><i>Configuracion en altura</i></p>																			
<p>PROBLEMAS DE UBICACIÓN</p> <table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Viviendas sobre suelo de relleno</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Viviendas sobre suelo no consolidado</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Vivienda con asentamiento</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Vivienda en pendiente</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Otros <i>Vivienda sobre zona inundable</i></td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Viviendas sobre suelo de relleno	<input type="checkbox"/>	Viviendas sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/>	Vivienda con asentamiento	<input type="checkbox"/>	Vivienda en pendiente	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros <i>Vivienda sobre zona inundable</i>								
<input type="checkbox"/>	Viviendas sobre suelo de relleno																		
<input type="checkbox"/>	Viviendas sobre suelo no consolidado																		
<input type="checkbox"/>	Vivienda con asentamiento																		
<input type="checkbox"/>	Vivienda en pendiente																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Otros <i>Vivienda sobre zona inundable</i>																		
<p>PROBLEMAS ESTRUCTURALES</p> <table border="1"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Densidad de muros Inadecuada</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Muros sin viga solera de madera o de concreto</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Muros sin confinar resistentes a sismos</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>cimientos y/o sobrecimientos inadecuados</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Dinteles con reducida longitud de apoyo</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Tabiqueria no arriostrada</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Torsion en planta</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Vivienda sin junta sismica</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Otros</td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros Inadecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera de madera o de concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar resistentes a sismos	<input checked="" type="checkbox"/>	cimientos y/o sobrecimientos inadecuados	<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input checked="" type="checkbox"/>	Tabiqueria no arriostrada	<input type="checkbox"/>	Torsion en planta	<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sismica	<input type="checkbox"/>	Otros
<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros Inadecuada																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera de madera o de concreto																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar resistentes a sismos																		
<input checked="" type="checkbox"/>	cimientos y/o sobrecimientos inadecuados																		
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Tabiqueria no arriostrada																		
<input type="checkbox"/>	Torsion en planta																		
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sismica																		
<input type="checkbox"/>	Otros																		
<p>PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS</p> <table border="1"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Muros expuesto a lluvia</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Junta de construccion mal ubicados</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Combinacion de adobe con ladrillo o tapial en m</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Union muro techo no monolitica</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Muros inadecuados para soportar empuje latera</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Unidades de adobe o tapial de baja calidad</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Otros</td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuesto a lluvia	<input type="checkbox"/>	Junta de construccion mal ubicados	<input type="checkbox"/>	Combinacion de adobe con ladrillo o tapial en m	<input type="checkbox"/>	Union muro techo no monolitica	<input type="checkbox"/>	Muros inadecuados para soportar empuje latera	<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe o tapial de baja calidad	<input type="checkbox"/>	Otros				
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuesto a lluvia																		
<input type="checkbox"/>	Junta de construccion mal ubicados																		
<input type="checkbox"/>	Combinacion de adobe con ladrillo o tapial en m																		
<input type="checkbox"/>	Union muro techo no monolitica																		
<input type="checkbox"/>	Muros inadecuados para soportar empuje latera																		
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe o tapial de baja calidad																		
<input type="checkbox"/>	Otros																		
<p>MANO DE OBRA</p> <table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Buena</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Regular</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Mala</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Regular	<input checked="" type="checkbox"/>	Mala												
<input type="checkbox"/>	Buena																		
<input type="checkbox"/>	Regular																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Mala																		

Las dimensiones de los adobes de la zona estudiada fueron las mismas con ligeras variaciones en algunos casos. Las dimensiones están en el orden de 0.40 m de largo x 0.20 m de ancho x 0.10 m de alto. Normalmente estos adobes se elaboran teniendo una proporción de 1: 1/2: 1/4 entre el largo, el ancho y la altura de la pieza.

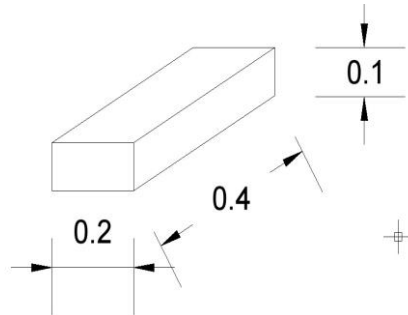


Figura 18. Sección típica de los adobes.

Los adobes se elaboran colocando el barro humedecido en los moldes con las dimensiones deseadas. Normalmente se deja secar durante 15 días y después queda listo para su aplicación en las construcciones. El adobe del distrito de taraco se fabrica con inclusión de paja en la mezcla, esto debido a que en dichas pampas abunda este material.



Figura 19. Elaboración de adobes con inclusión de paja.

Este material se extrae en los lugares cercanos donde se construirá la vivienda para su fácil transporte, siendo escogido el material de acuerdo al criterio de los maestros de obra, sin tener ningún estudio que ayude a caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de dicho suelo.

El mortero para la construcción se hace con la misma tierra que el de los adobes, pero este debe ser fino y adicionado con abono de vacas y/o ovejas los cuales ayudan a tener una mayor consistencia y resistencia de acuerdo a los criterios de los constructores de la zona.



Figura 20. Juntas de 3 cm de espesor.

La cimentación para estas viviendas son de mampostería de piedra o de Ch'ampas (que son elemento bloques de tierra extraídos del suelo) estos tienen alta resistencia a lavado en el caso de inundaciones en comparación de una mampostería de piedra con tierra.

Pero con el tiempo estas estructuras van deteriorándose por diferentes agentes ambientales y esto hace que la vivienda en algún momento llegue a colapsar o poner en peligro a las personas que habitan dentro de estos lugares.



Figura 21. Cimientos con el paso de los tiempos.

El Sobrecimiento por lo general está construido por los bloques de tierra conocidos como Ch'ampas como se puede apreciar en la siguiente imagen. Esto hasta aproximadamente 0.80 m pero con el tiempo también va perdiendo su altura inicial y tiende a asentarse.



Figura 22. Sobrecimiento típico de viviendas.

Todos los muros de estas viviendas evaluadas son muros portantes, que resisten todas las cargas de la vivienda, ya que no poseen columnas. Estos resultan ser resistentes pero necesitan ser acabado con una capa de mezcla de tierra y agua para así evitar que la lluvia pueda lavarlo y debilitar la estructura.



Figura 23. Asentado típico de muros con adobe.

Algunas de estas viviendas encontradas estaban completamente abandonadas debido a que la población en los últimos años estuvo migrando a las ciudades en busca de mejores condiciones de vida. Lo que se puede apreciar en estas viviendas es que el asentamiento perjudica completamente las puertas y ventanas.

Las puertas y ventanas varían dependiendo de los criterios del constructor pero el ancho es menor a 1.20m y la altura varía de entre 1.60m a 1.90m. Sin embargo estos no mantienen la habitación completamente iluminada, haciendo que dentro de estas habitaciones se tenga un frío insoportable sobre todo en épocas de heladas.



Figura 24. Condición de viviendas abandonadas.

En algunos casos por el costo que demanda la instalación de ventanas los dueños deciden tapar los vanos con adobe, haciendo que en el interior aun sea más oscuro para su habitabilidad.



Figura 25. Condición de ventanas tapadas.

El techo generalmente de estas viviendas está constituido por armaduras de madera de eucalipto extraído y cobertura metálica, muchas de estas estructuras se pueden volver a utilizar en otras construcciones como en la siguiente imagen podemos ver una vivienda abandonada y sin estructura de techo.



Figura 26. Deterioro de las viviendas con el paso del tiempo.

Con el transcurso del tiempo estas estructuras se van deteriorando sin posibilidades de reparación y llegan a colapsar, como se ve en la siguiente figura.



Figura 27. Viviendas destruidas.

Algunas estructuras presentan asentamientos diferenciales que ponen en peligro la habitabilidad dentro de estas viviendas.



Figura 28. Viviendas en peligro de colapsar.

Por otro lado aún se puede apreciar en estos lugares algunas viviendas del pasado como son los putucos. Pero pocas personas aún viven dentro de estos y la mayoría lo utiliza como un almacén.



Figura 29. Putucos que aún existen.

Algunas de estas edificaciones cuentan con pintas de las campañas políticas que lo hacen ver poco agradable perdiendo la situación sociocultural.



Figura 30. Viviendas con pintas de campañas políticas.

Muchas de estas edificaciones cuentan en su alrededor con árboles el cual trae dos consecuencias: el agradable ambiente para vivir y por otro lado el deterioro de las estructuras por las raíces que estos tienen.



Figura 31. Viviendas con árboles en su interior.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

La situación sociocultural de esta zona nos obliga a diseñar edificaciones que puedan integrarse adecuadamente en las construcciones ya existentes. Es una edificación estructuralmente segura, ejecutada mediante un proceso que se inicia con la evaluación de las familias y las viviendas.

La unidad de vivienda se modula a partir de paneles de ferrocemento teniendo en consideración el principio de las estructuras sándwich, el cual consta de un aislante térmico en el interior de las capas de ferrocemento.

3.4 VENTAJAS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN FERROCEMENTO APLICADO A LA VIVIENDA SOCIAL

En este sistema constructivo podemos encontrar algunas ventajas que nos ayudan a mejorar la calidad de vida de las personas:

Desde el punto de vista del confort térmico se puede adicionar elementos que absorban calor durante el día y así liberarlo durante la noche, esto sobre todo para las zonas de climas muy bajas, por consiguiente esto trae bajo costo de calefacción.

En el caso de la construcción esto ayuda a estandarizar los modelos de viviendas pudiéndose diseñar para los distintos casos, además no se necesita mano de obra calificada para su ejecución.

3.5 CONFIGURACIÓN DE LA VIVIENDA

El módulo de la vivienda se diseña a partir de los paneles de ferrocemento con espesores de 25mm. Debido al espesor delgado de estos paneles, es necesario adicionar algunos elementos verticales (nervios) que ayuden a rigidizar la estructura y soportar las cargas, este elemento ayuda también a tener una buena unión entre paneles, sin la necesidad de adicionar otro tipo de uniones.

El ancho de los paneles es similar en todas las paredes de la vivienda, con la diferencia en casos como la puerta o las ventanas como se puede observar en el anexo A – 3: plano de estructuras. Dentro del proceso constructivo se detallará las actividades necesarias a realizarse.

Los paneles de ferrocemento al tener una pared delgada de 2.5 cm, factores como la resistencia a los golpes, conductividad térmica y otros hacen que sea necesario contar con doble panel, conformando de esta manera un espesor total de 15 cm, teniendo una cámara de aire de 10 cm de espesor, el cual puede ser utilizado para aislamiento térmico empleando otros materiales.

Con los resultados óptimos obtenidos, se procede a predimensionar una vivienda como la que se muestra en la siguiente figura (una vivienda unifamiliar), el cual cuenta con los siguientes ambientes:

- 2 dormitorios
- 1 SSHH
- 1 Sala
- 1 comedor

- 1 cocina
- 1 pasillo
- 1 puerta principal de acceso
- 1 puerta para el jardín
- 5 ventanas

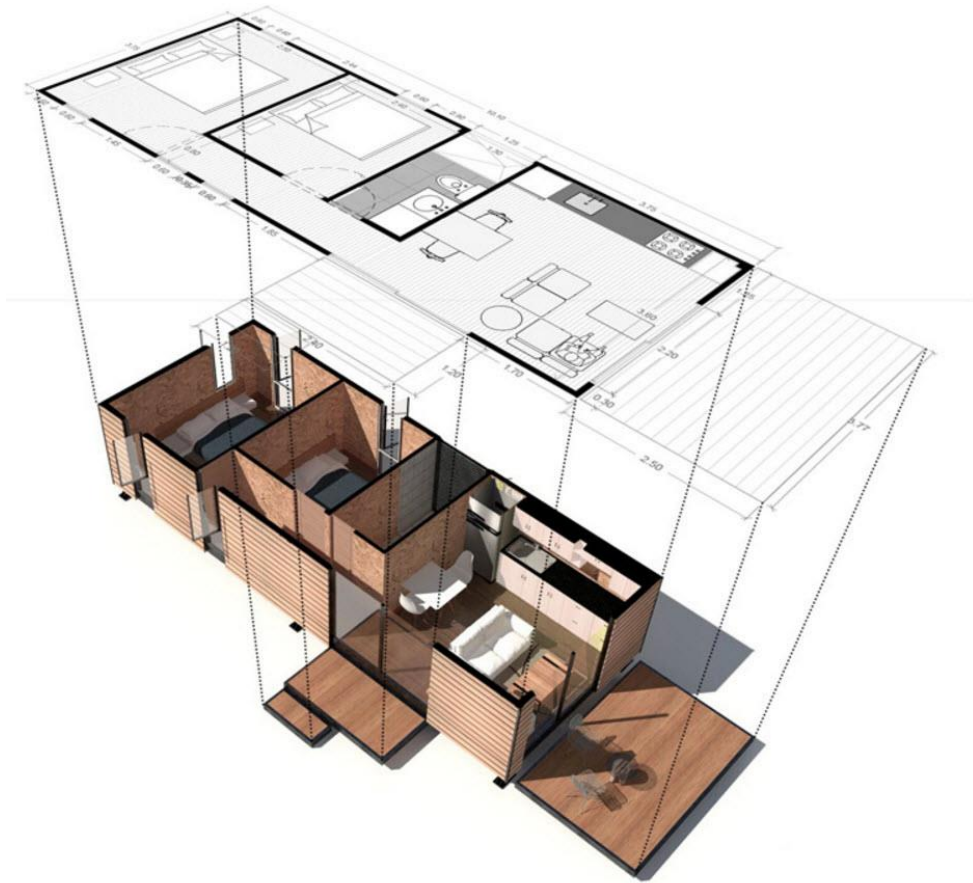


Figura 32. Vista en 3 dimensiones de la vivienda modelo.



Figura 33. Vista de la elevación en 3 dimensiones de la vivienda propuesta.



Figura 34. Vista lateral en 3 dimensiones de la vivienda propuesta.



Figura 35. Vista desde la parte de arriba de la vivienda propuesta.

3.6 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA

Es necesario desarrollar sistemas estructurales factibles tanto desde el punto de vista económico como estructural de acuerdo a la situación de la zona. A continuación se describirán los procedimientos realizados con la finalidad de evaluar la capacidad frente a las cargas y a las acciones sísmicas de los paneles como también del módulo.

De igual manera para la armadura nos basaremos en los estudios realizados por SENCICO (2011) en el cual plantearon a la armadura principal con malla de barras convencionales dúctiles de refuerzo corrugado (6mm de diámetro), y dos capas de mallas electrosoldadas (3/4"x3/4", por 0.75mm de espesor de filamento), estos se colocarán de manera simétrica en cada lado de la estructura principal.

Para el caso de la construcción de las vigas de cimentación y las vigas de transmisión de carga se utilizará un concreto normal de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Por otro lado, el acero de refuerzo colocado en las vigas será el corrugado grado 60 cuyo esfuerzo de fluencia especificado es $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, común en elementos de concreto armado.

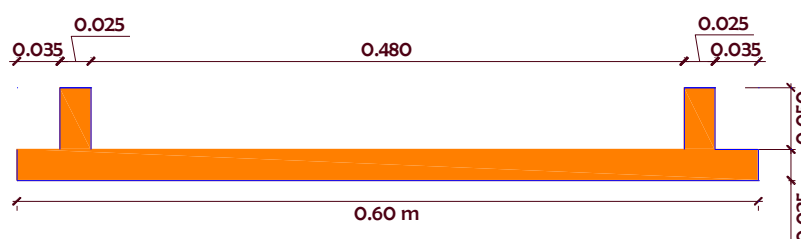


Figura 36. Detalle de sección transversal, largo: 0.60 m ancho: 0.075 m, espesor: 0.025 m, altura exterior: 2.80 m y altura interior: 2.10 m.

3.6.1. Propiedades de los materiales

Se realizaron ensayos en el laboratorio para así obtener las principales características de los materiales. Las canteras seleccionadas son las más utilizadas en la ciudad de Juliaca y son las siguientes: Isla, Cabanillas y Maravillas, de igual manera se tuvo una muestra patrón con una granulometría controlada. Se trasladó estos materiales hacia el laboratorio de tecnología del concreto de la Universidad Peruana Unión.



Figura 37. Extracción de agregado en cantera.

El refuerzo más utilizado para la construcción de paneles de ferrocemento es la malla hexagonal tejida, más conocido en el mundo como la malla de “ojo de pollo o gallinero”, el cual podemos apreciar en la siguiente figura:



Figura 38. Malla de gallinero para los paneles.

Al utilizar mallas cuadradas y/o rectangulares como en este proyecto; los ensayos a tracción pueden efectuarse directamente sobre la malla; sin embargo cuando se trata de mallas hexagonales se tiene que envolver completamente con el concreto y así realizar los ensayos.

3.6.2. Contenido de humedad

Se define al contenido de humedad como la cantidad de agua que posee el agregado en su estado natural, el cual es importante conocer el porcentaje para la elaboración de la mezcla, ya que esta propiedad puede variar la relación de agua cemento y finalmente la calidad del concreto.

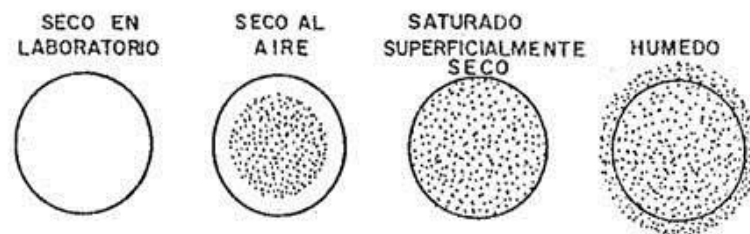


Figura 39. Contenido de humedad de las arenas.

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{\text{Peso Humedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} * 100$$

Tabla 11.*Contenido de humedad de la cantera Cabanillas.*

Descripción	Agregado fino		
	01	02	03
Nro de ensayo	01	02	03
Numero de Capsula	T-001	T-002	T-003
Peso de Capsula (gr)	276.00	275.00	276.00
Peso de Capsula + Suelo Húmedo (gr)	776.00	775.00	776.00
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)	756.00	759.00	758.00
Peso del Agua (gr)	20.00	16.00	18.00
Peso de Suelo Seco (gr)	480.00	484.00	482.00
Contenido de Humedad (%)	4.17%	3.31%	3.73%
Prom. Contenido de Humedad (%)	3.74%		

Nota: Fuente, elaboración propia.**Tabla 12.***Contenido de humedad de la cantera Maravillas.*

Descripción	Agregado fino		
	01	02	03
Nro de ensayo	01	02	03
Numero de Capsula	T-001	T-002	T-003
Peso de Capsula (gr)	276.00	276.00	276.00
Peso de Capsula + Suelo Húmedo (gr)	776.00	776.00	776.00
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)	749.00	749.00	751.00
Peso del Agua (gr)	27.00	27.00	25.00
Peso de Suelo Seco (gr)	473.00	473.00	475.00
Contenido de Humedad (%)	5.71%	5.71%	5.26%
Prom. Contenido de Humedad (%)	5.56%		

Nota: Fuente, elaboración propia.**Tabla 13.***Contenido de humedad de la cantera Isla.*

Descripción	Agregado fino		
	01	02	03
Nro de ensayo	01	02	03
Numero de Capsula	T-001	T-002	T-003
Peso de Capsula (gr)	276.00	276.00	276.00
Peso de Capsula + Suelo Húmedo (gr)	776.00	776.00	776.00
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)	762.00	761.00	762.00
Peso del Agua (gr)	14.00	15.00	14.00
Peso de Suelo Seco (gr)	486.00	485.00	486.00
Contenido de Humedad (%)	2.88%	3.09%	2.88%
Prom. Contenido de Humedad (%)	2.95%		

Nota: Fuente, elaboración propia.

3.6.3. Análisis granulométrico

Se procedió a realizar el análisis granulométrico del agregado fino el cual consiste en la distribución de partículas mediante un proceso mecánico sobre la muestra seca de agregado, pesando lo que retienen en cada tamiz que van progresivamente de una abertura mayor a una de tamaño menor.

Los resultados que se obtuvieron de este análisis fueron comparados con los límites máximos y mínimos de acuerdo a la normativa ASTM C33, posteriormente se procedió a elaborar las muestras de briqueta para así obtener la resistencia de cada una de las canteras.



Figura 40. Tamizado de agregados finos.

En la siguiente figura podemos apreciar la curva granulométrica de la cantera Maravillas el cual no llega a cumplir en los tamices N°4, N°8, N°16 y N°200.

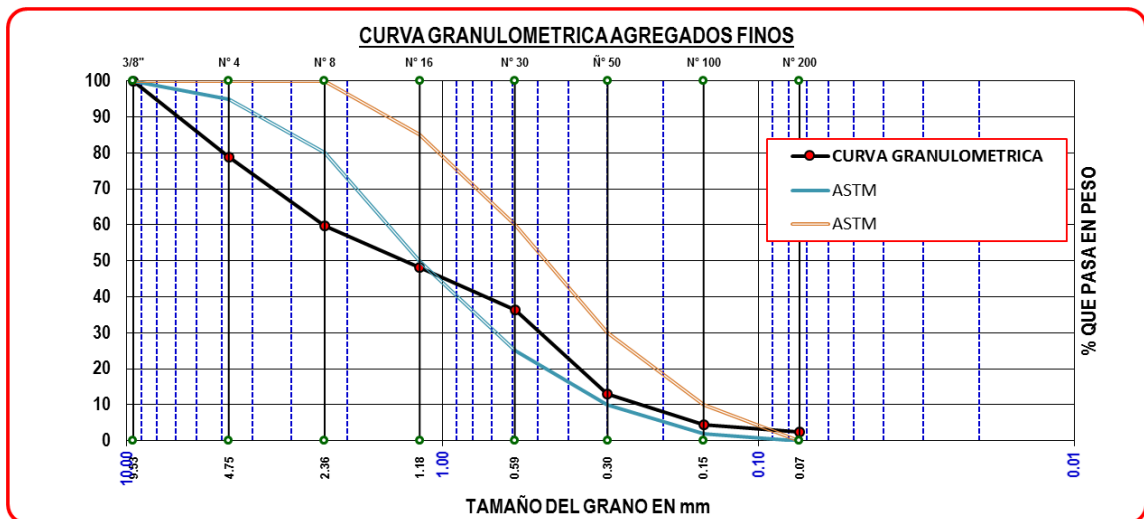


Figura 41. Curva granulométrica de la cantera Maravillas.

En la siguiente figura podemos apreciar la curva granulométrica de la cantera Cabanillas, en el cual no llega a cumplir dentro de los límites las mallas: N°4, N°16 y N°50.

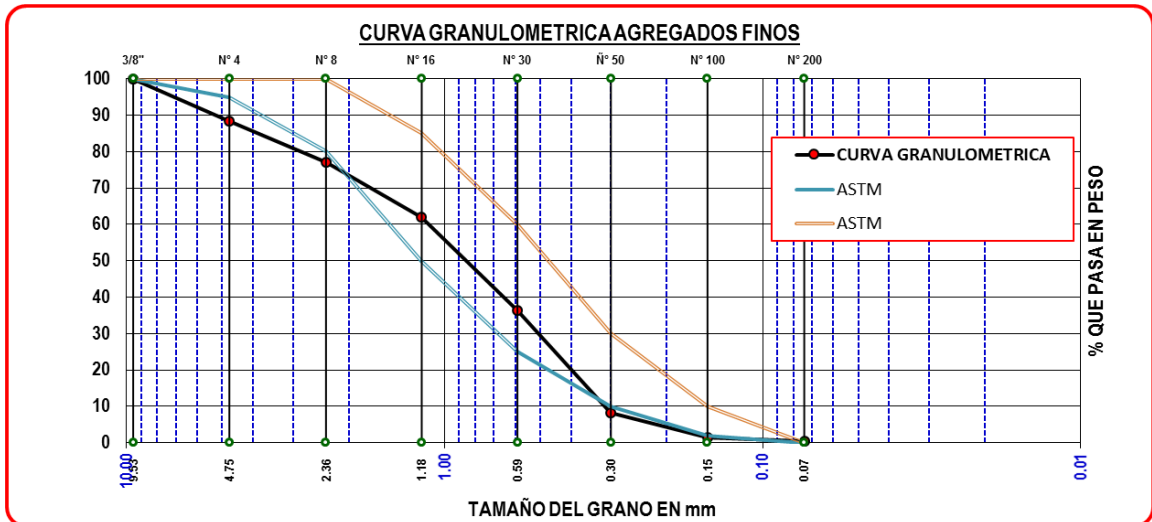


Figura 42. Curva granulométrica de la cantera Cabanillas.

Finalmente en la curva granulométrica que representa a la cantera Isla está casi dentro de los límites, teniendo pequeñas desviaciones en las mallas: N°4 y N°50 considerando que llega a ser el adecuado para la elaboración de los paneles de ferrocemento.

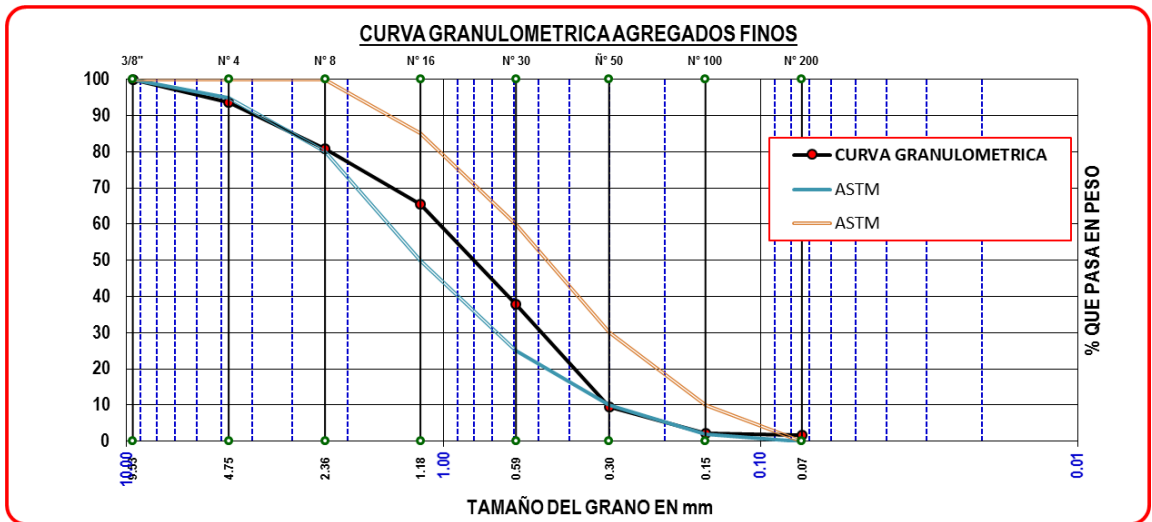


Figura 43. Curva granulométrica de la cantera Isla.

El módulo de finura es un aspecto que se tuvo en cuenta: valores hasta 2.3 se trata de una arena fina; los valores de módulo de finura entre 2.3 a 3.1 son arena mediana y finalmente mayores a 3.1 es una arena gruesa.

$$M. Finura = \frac{\sum \% Ret Acuml. (3", 1.5", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Tabla 14.
Módulo de finura de las canteras.

Cantera	Módulo de finura	Condición
Maravillas	3.38	Arena gruesa
Cabanillas	3.15	Arena gruesa
Isla	3.04	Arena mediana

Nota: Fuente, elaboración propia.

Se realizó el control del slump al momento de realizar el vaciado tanto de las briquetas de concreto como de los paneles. El slump fue de 3.5 pulg fue adecuado para que este pueda traspasar tranquilamente las mallas de gallinero.



Figura 44. Medida del slump en la mezcla.

En total fueron 36 briquetas las que se elaboraron: 9 muestras de cada cantera y 9 muestras como un concreto controlado dentro de la curva granulométrica. Para la obtención de la dosificación nos basamos en estudios ya realizados por otros autores, se tomó la relación en peso de cemento:arena 1:3 respectivamente, considerando que es una dosificación para bajas solicitaciones de carga.



Figura 45. Elaboración de briquetas de concreto.

Por otro lado se elaboraron los moldes y/o encofrados con las medidas necesarias para la construcción de paneles, estos se pueden apreciar en la siguiente figura.



Figura 46. Moldes para el vaciado de concreto.

El vertimiento del concreto se realizó aproximadamente a las 10:00 am con una temperatura adecuada, el cual nos permitió trabajar sin ningún problema. El acabado final se realizó con una plancha de metal y posteriormente se le cubrió con un plástico.



Figura 47. Vaciado de paneles de ferrocemento

Al día siguiente se realizó el desencofrado de los paneles y con la ayuda de una carreta se trasladó a una poza de curado en el que se sumergió durante 28 días para que alcance su máxima resistencia.



Figura 48. Desencofrado de paneles de ferrocemento.

El curado se realizó en el laboratorio de la Universidad Peruana Unión, junto a las briquetas de concreto.



Figura 49. Curado de briquetas.

Las roturas de las briquetas se realizaron a distintas edades: 7 días, 14 días y 28 días, considerando que en a los 28 días alcanza su máxima resistencia.



Figura 50. Rotura de briquetas en el laboratorio de concreto.

En la siguiente tabla se puede apreciar los resultados obtenidos a los 7 días obteniendo la máxima resistencia el concreto controlado llegando a 237.129 kg/cm². Y el más bajo que representa a la Cantera maravillas de 184.202 kg/cm².

Tabla 15.
Resultado de resistencias a los 7 días.

Probetas	Cantera	Fuerza de falla (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)
MM-01	Cantera Maravillas	14825.100	188.357	184.202
MM-02		14943.400	183.488	
MM-03		14924.400	180.761	
MC-01	Cantera Cabanillas	17818.800	217.455	216.650
MC-02		17668.400	214.819	
MC-03		17948.800	217.675	
MP-01	Patrón	19131.000	230.181	237.129
MP-02		19784.400	242.470	
MP-03		19702.100	238.736	
MI-01	Cantera Isla	18400.500	221.636	225.163
MI-02		18070.900	218.587	
MI-03		18981.300	235.266	

Nota: Fuente, elaboración propia.

La máxima resistencia alcanzada a los 14 días fue de igual manera para el concreto controlado llegando a los 289.751 kg/cm² y el menor a una resistencia de 227.957 kg/cm² que representa a la cantera de Maravillas.

Tabla 16.*Resultado de resistencias a los 14 días.*

Probetas	Cantera	Fuerza de falla (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)
MM-04	Cantera Maravillas	18244.500	225.570	227.957
MM-05		18210.400	223.926	
MM-06		18992.800	234.375	
MC-04	Cantera Cabanillas	21844.000	267.326	269.190
MC-05		21983.700	268.790	
MC-06		22220.300	271.452	
MP-04	Patrón	23785.400	292.096	289.751
MP-05		23040.300	283.614	
MP-06		23806.200	293.542	
MI-04	Cantera Isla	21536.700	266.064	262.822
MI-05		21478.400	264.665	
MI-06		21266.000	257.737	

Nota: Fuente, elaboración propia.

Finalmente se realizó la última rotura a los 28 días, obteniendo la máxima resistencia del concreto patrón: 330.185 kg/cm² y de las tres canteras la máxima resistencia fue de Isla: 309.703 kg/cm².

Tabla 17.*Resultado de resistencias a los 28 días.*

Probetas	Cantera	Fuerza de falla (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)
MM-07	Cantera Maravillas	21227.600	262.521	252.558
MM-08		21122.600	239.854	
MM-09		21099.100	255.299	
MC-07	Cantera Cabanillas	23814.100	293.890	287.480
MC-08		23331.300	286.632	
MC-09		23016.800	281.919	
MP-07	Patrón	26483.100	324.163	330.185
MP-08		26653.800	325.359	
MP-09		27471.100	341.033	
MI-07	Cantera Isla	25408.300	315.549	309.703
MI-08		25413.100	300.756	
MI-09		25215.300	312.802	

Nota: Fuente, elaboración propia.

Para los posteriores análisis de resistencia y modelamiento sísmico se consideró la resistencia de un concreto controlado de 330.185 kg/cm². Pero se puede apreciar que todas las canteras llegan a altas resistencias, esto debido a que está conformado solo por agregado fino, agua y cemento en grandes proporciones.

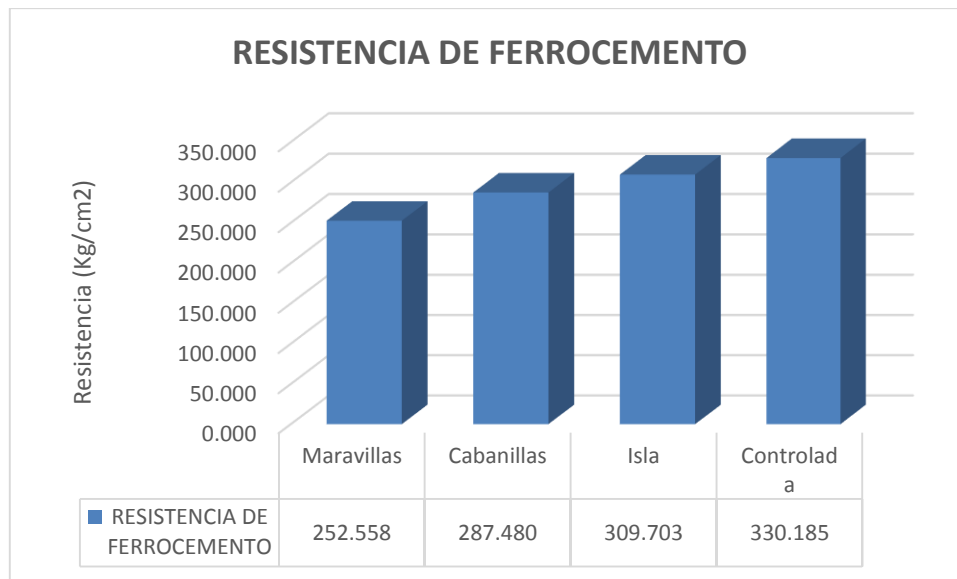


Figura 51. Resistencia a los 28 días.

3.6.4. Ensayo de compresión diagonal

La gran mayoría de las viviendas prefabricadas están conformadas por elementos rectangulares de pared delgada a base de cemento, en este caso ferrocemento. Los ensayos se inician investigando el comportamiento estructural de este material de acuerdo a las normativas.

- f'_c = resistencia a compresión del concreto = 330.185 kg/cm² (ensayo de probetas).
- f_y = esfuerzo de fluencia del refuerzo dúctil = 4200 kg/cm².
- E = módulo de elasticidad del concreto = 15100 $\sqrt{f'_c}$ = 274382 kg/cm² [Norma Técnica de Edificaciones E.060].
- G = módulo de corte del concreto = $E / 2.3$ = 119296.52 kg/cm² [Norma Técnica de Edificaciones E.060].
- L = longitud del muro = 65 cm.
- h = altura desde la base del muro = 65 cm.
- t = espesor del muro = 2.5 cm.
- I = momento de Inercia de la sección transversal = $t L^3 / 12$ = 57213.54 cm⁴.
- f = factor de forma de la sección rectangular = 1.2
- A = área de la sección transversal = $t L$ = 162.5 cm².

Las construcciones de ferrocemento pueden estar sometido a compresión diagonal cuando ocurre un sismo o cuando existe asentamiento diferencial. El espécimen que utilizamos es un panel de 0.65m de lado con un espesor de 2.5 cm. El ensayo consiste en

aplicar una carga diagonal al espécimen el cual produce esfuerzos de compresión en la diagonal vertical y esfuerzos de tracción en la diagonal horizontal.



Figura 52. Ensayo de compresión diagonal.

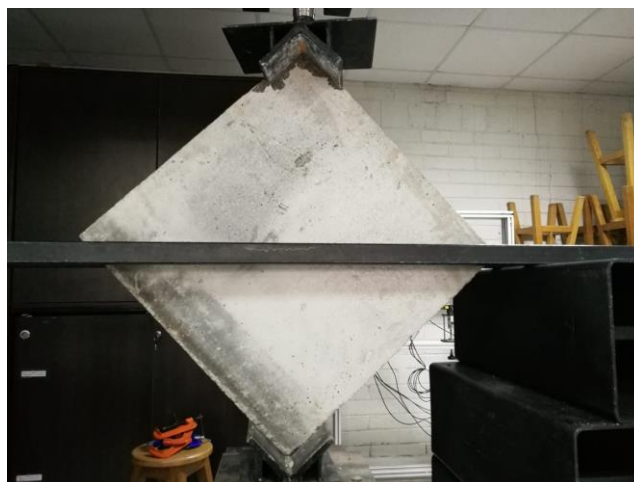


Figura 53. Vista del panel de 0.65m de lado.

En total fueron 3 muretes de ferrocemento los que se ensayaron en el laboratorio de estructuras, obteniendo una fuerza de rotura promedio de 47.017 KN.

Tabla 18.
Resultado del ensayo de compresión diagonal.

Ensayo de compresión diagonal				
Muestras	Lado (m)	Espesor (m)	Carga (kn)	Promedio (kn)
M1	0.65		53.42	
M2	0.65	0.025	41.34	47.017
M3	0.65		46.29	

Nota: Fuente, elaboración propia.

La rigidez lateral elástica se calculó con la siguiente fórmula, válida para muros en voladizo:

$$K = \frac{E}{\frac{h^3}{3I} + \frac{f h E}{GA}}$$

$$K = 10147.26 \text{ kg/mm}$$

La resistencia que ofrece el concreto a la fisura diagonal (V_c , [Norma Técnica de Edificaciones E.060]) está dada por:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} L t$$

$$V_c = 1564.977 \text{ kg}$$

Con el ensayo de compresión diagonal del murete se determinó la resistencia característica a corte puro (V_m). La resistencia al corte puro del espécimen se obtiene mediante la relación entre la carga de rotura y el área bruta de la diagonal cargada (Dt). La Norma E070 nos recomienda unos factores de corrección para edades distintas a los 28 días.

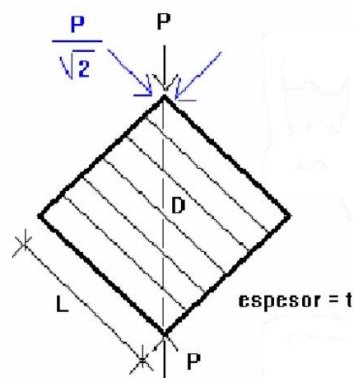


Figura 54. Compresión diagonal de un murete.

$$v_m = \frac{P}{D t}$$

$$v_m = \frac{P \sqrt{2}}{L t}$$

$$V_m = 20.80 \text{ kg/cm}^2$$

Obtenemos también la desviación estándar $\sigma = 6.07$ de las muestras ensayadas. Posteriormente obtenemos la resistencia característica de acuerdo a la Norma E070, que es la diferencia entre el valor promedio y la desviación estándar.

$$V'm = v_m - \sigma$$

$$V'm = 14.73$$

Es necesario también obtener la dispersión porcentual, el cual si es superior al 30% es inaceptable y esto es debido a errores en la mano de obra o los materiales no tienen la calidad adecuada.

$$\text{Dispersión porcentual} = 100 (\sigma / v_m)$$

$$\text{Dispersión porcentual} = 12.91 \% \text{ aceptable}$$

3.6.5. Ensayo de compresión vertical

9 paneles fueron sometidos a carga vertical con una base de 0.60 m y las alturas variables de: 0.50 m, 0.80 m y 1.20 m; con el fin de investigar su resistencia y la relación entre capacidad y altura, para así atender los esfuerzos provenientes de la cobertura.

Los paneles prefabricados de ferrocemento transfieren a la cimentación todas las cargas provenientes de la cubierta o en otros casos de los entrepisos. Para evaluar su capacidad solo a carga vertical (compresión) se ensayaron 3 paneles por cada altura. El procedimiento utilizado fue de una carga estática, colocando un actuador en la parte superior del panel de forma vertical.



Figura 55. Ensayo de compresión vertical.

Los paneles presentaron buena capacidad de carga vertical y un holgado desplazamiento horizontal antes de la falla, en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos de los ensayos y las alturas.



Figura 56. Ensayo del panel de 1.20 m de altura.

Tabla 19.
Resultado del ensayo de compresión vertical.

Altura de panel (Ancho = 0.25 m)	Carga ultima			Carga ultima Promedio (KN)
	Panel 1 (KN)	Panel 2 (KN)	Panel 3 (KN)	
1.20	62.45	58.30	65.80	62.18
0.80	86.00	95.18	92.40	91.19
0.50	211.58	196.20	201.35	203.04

Nota: Fuente, elaboración propia.

La siguiente figura contiene los datos disponibles de las cargas máximas. Se puede observar el comportamiento decreciente de la carga con el incremento de la altura; la gráfica que contiene los promedios presenta una tendencia adecuada con respecto a las mediciones de cada panel.

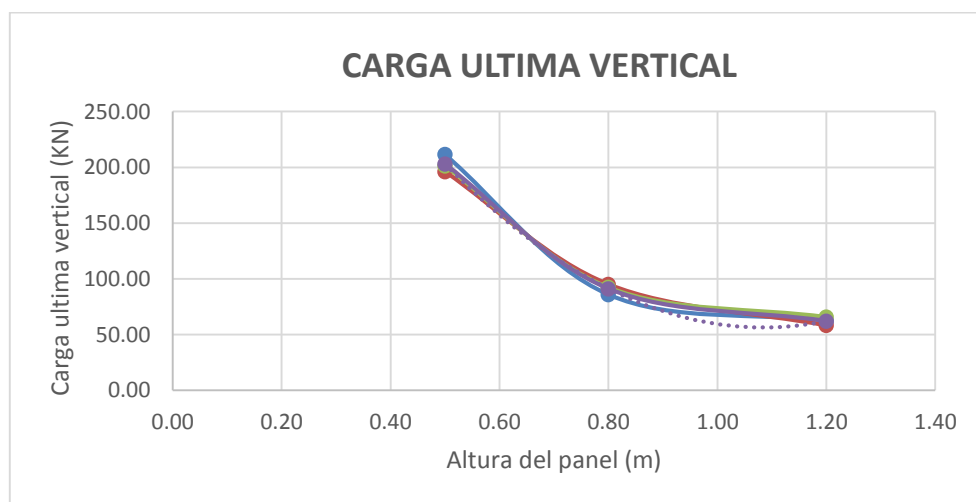


Figura 57. Gráfico de carga ultima con respecto a la altura del panel.

Del promedio se obtiene una línea de tendencia y obtenemos una ecuación:

$$y = 75.129x^{-1.361}$$

$$R^2 = 0.9751$$

3.6.6. Cálculo del peso de la vivienda

Se realizó el metrado de cargas de toda la estructura de acuerdo a la normativa E020: cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

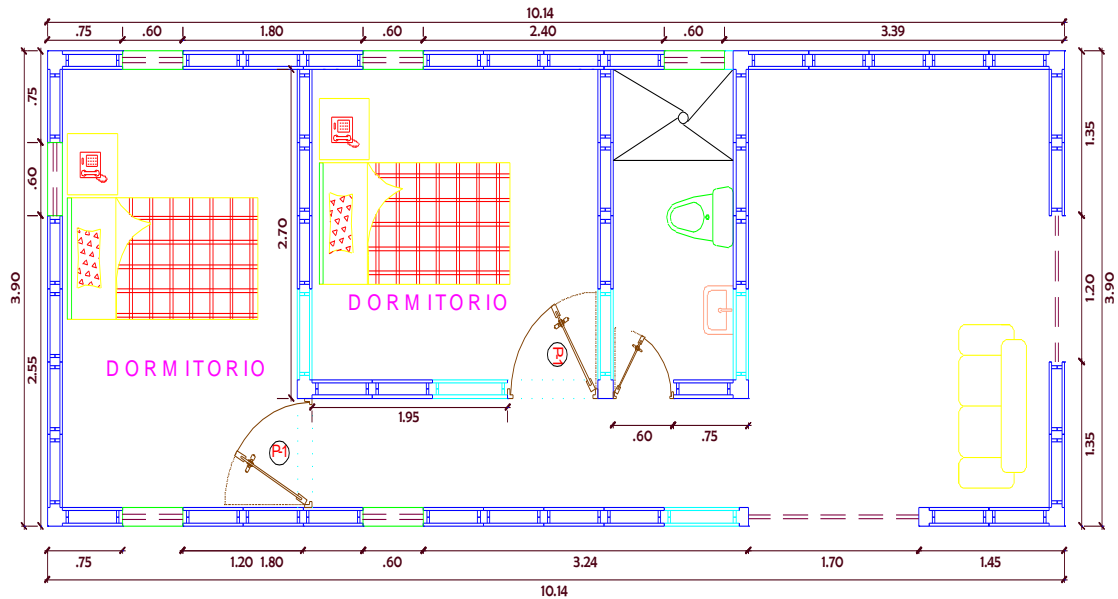


Figura 58. Conformación de paneles de ferrocemento en la vivienda.

Sección tipo 01; es la sección más común utilizado en toda la construcción con un ancho de 0.60 m, una altura de 2.80 m para paneles exteriores y 2.10 m para paneles interiores.

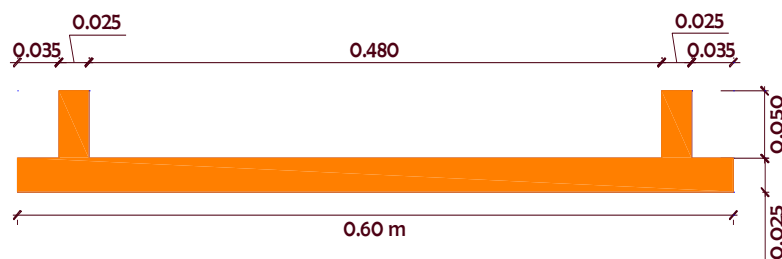


Figura 59. Sección de panel tipo 01.

Estimación de pesos de los elementos de ferrocemento.

Tabla 20.*Peso de las secciones tipo 01.*

Longitud	Altura	Espesor	Cantidad	Volumen
0.600	2.500	0.025	1.000	0.038
0.050	2.450	0.025	2.000	0.006
0.480	0.050	0.025	1.000	0.001
Volumen total (m3)				0.044
Peso ferrocemento (kg/m3)				2400.000
Peso panel (kg)				106.140

Nota: Fuente, elaboración propia.

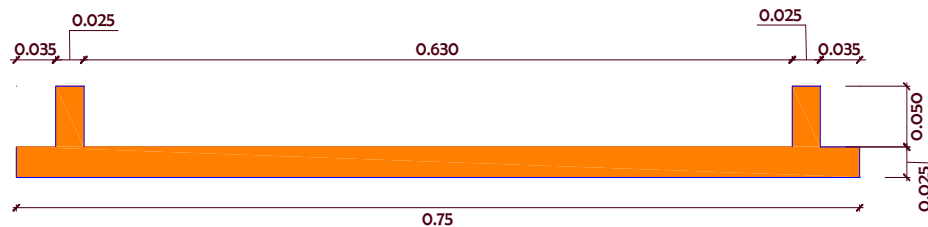
En el caso de ventanas los paneles son de una altura de 0.60 m.

Tabla 21.*Peso de las secciones tipo 01 (ventanas).*

Longitud	Altura	Espesor	Cantidad	Volumen
0.600	0.600	0.025	1.000	0.009
0.050	0.550	0.025	2.000	0.001
0.480	0.050	0.025	1.000	0.001
Volumen total (m3)				0.011
Peso ferrocemento (kg/m3)				2400.000
Peso panel (kg)				26.340

Nota: Fuente, elaboración propia.

Sección tipo 02; son utilizados para el caso de puertas y miden 0.75 m.

*Figura 60. Sección de panel tipo 02.***Tabla 22.***Peso de las secciones tipo 02.*

Longitud	Altura	Espesor	Cantidad	Volumen
0.750	2.500	0.025	1.000	0.047
0.050	2.450	0.025	2.000	0.006
0.630	0.050	0.025	1.000	0.001
Volumen total (m3)				0.054
Peso ferrocemento (kg/m3)				2400.000
Peso panel (kg)				129.090

Nota: Fuente, elaboración propia.

Metrado de cargas de sección tipo 02 en el caso de ventanas.

Tabla 23.*Peso de las secciones tipo 02 (ventanas).*

Longitud	Altura	Espesor	Cantidad	Volumen
0.750	0.600	0.025	1.000	0.011
0.050	0.550	0.025	2.000	0.001
0.630	0.050	0.025	1.000	0.001
Volumen total (m3)				0.013
Peso ferrocemento (kg/m3)				2400.000
Peso panel (kg)				32.190

Nota: Fuente, elaboración propia.

Estimación de cargas en el techo.

Tabla 24.*Peso de techo.*

	Área (m2)	Carga (kg/m2)	kg
Carga de techo	39.55	21.55	850.24

Nota: Fuente, elaboración propia.

Resumen de metrado de cargas muertas de la estructura.

Tabla 25.*Resumen de cargas de los paneles de ferrocemento.*

Tipo de panel	Cantidad	Peso panel	Peso total
1	44	106.14	4670.16
2	5	129.09	645.45
Ventana tipo 1	5	26.34	131.70
Ventana tipo 2	1	32.19	32.19
			5479.50

Nota: Fuente, elaboración propia.

Carga viva de techo de acuerdo a la normativa E.030 del Reglamento nacional de edificaciones.

Tabla 26.*Carga viva de techo.*

	Área (m2)	Carga (kg/m2)	kg
Carga viva (Techo)	39.55	50	1977.3

Nota: Fuente, elaboración propia.

Resumen total de cargas actuantes sobre la estructura.

Tabla 27.
Resumen de cargas totales.

Carga muerta	6329.74 kg
Carga viva	1977.3 kg

Nota: Fuente, elaboración propia.

3.6.7. Análisis y diseño de la cobertura

El modelo matemático para la estructura principal consiste en una armadura apoyada sobre las viguetas (elementos de amarre de los paneles) unida mediante apoyos articulados, las viguetas están conectadas a las columnetas y estas apoyadas al suelo.

Las armaduras se han analizado para las siguientes características: luz entre apoyos = 3.75 m y ancho tributario = 2.50 m.

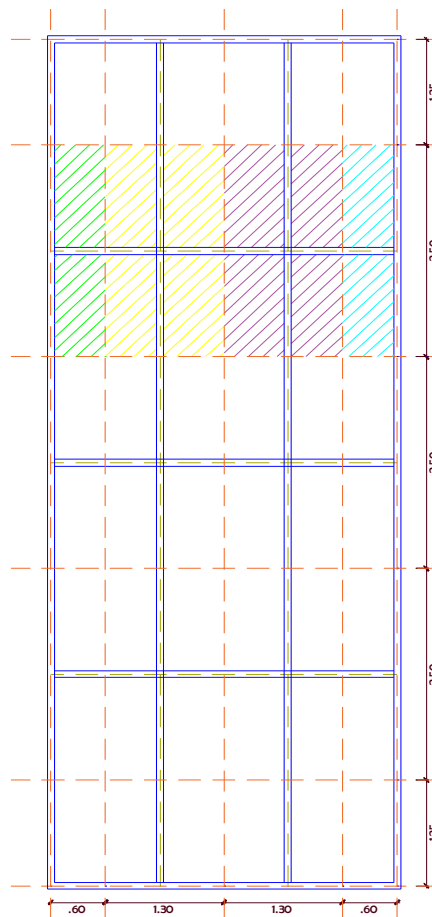


Figura 61. Detalle en planta de la cobertura metálica para el análisis y diseño.

La memoria de cálculo se presenta en el anexo B-2: Análisis y diseño de la cobertura metálica. Obtenemos cargas para P1 y P2 de acuerdo a la norma E020: carga muerta, carga viva, carga de viento y carga de lluvia. Teniendo en consideración que nuestra cobertura tiene una inclinación de 9° por lo que se tomó los factores de forma que vemos en la siguiente tabla:

Tabla 28.
Factor de forma.

θ°	barlovento	sotavento
menor a 15°	0.30	-0.60

Nota: Fuente: E020, RNE.

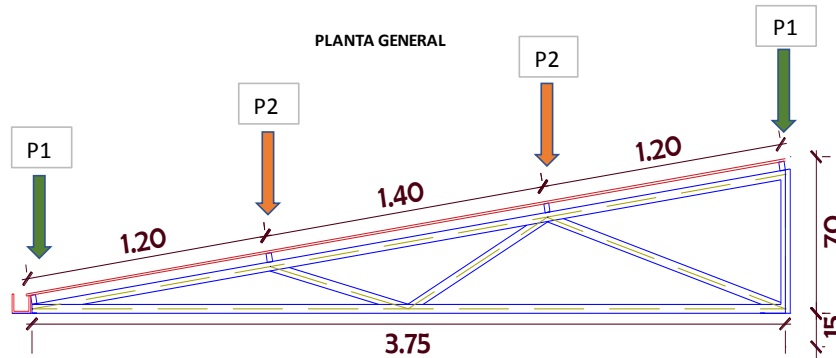


Figura 62. Detalle de cargas actuantes sobre la cobertura metálica.

Para el análisis y diseño de la armadura del techo. Se utilizaron combinaciones de carga de acuerdo a la normativa LRFD. Teniendo en cuenta que la envolvente es el caso más crítico de las 10 combinaciones.

COMB 01 : 1.4 D	D = CARGA MUERTA
COMB 02 : 1.2 D + 0.5 Lr	Lr = CARGA VIVA
COMB 03 : 1.2 D + 1.3 Wp-s + 0.5 Lr	Wp-s = CARGA DE VIENTO - BARLOVENTO
COMB 04 : 1.2 D + 1.3 Ws-s + 0.5 Lr	Ws-s = CARGA DE VIENTO - SOTAVENTO
COMB 05 : 0.9 D + 1.3 Wp-s	R = CARGA DE AGUA DE LLUVIA
COMB 06 : 0.9 D + 1.3 Ws-s	
COMB 07 : 1.2 D + 1.6 Wp-s + 0.8 Lr	
COMB 08 : 1.2 D + 1.6 Ws-s + 0.8 Lr	
COMB 09 : 1.2 D + 0.5 R	
COMB 10 : 1.2 D + 0.5 Lr + 0.5 R	
ENVOLVENTE: COMB 01 ++ COMB 10	

Figura 63. Combinaciones de carga para el análisis y diseño de acuerdo a los criterios de la normativa LRFD.

Con la ayuda del programa SAP2000 V.20 se realizó el diseño de la estructura metálica para perfiles rectangulares.

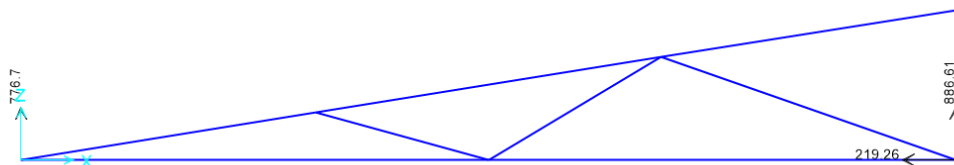


Figura 64. Reacciones obtenidas con la ayuda del Programa SAP2000 v20

Para la armadura de la cobertura obtenemos el siguiente perfil de acero, para un buen comportamiento estructural.

Tabla 29.
Detalle de secciones transversales.

Tijeral principal	
Descripción	Perfil estructural
Brida superior MS1	Tubo rectangular de 1"x2"x3/16
Brida inferior BI1	Tubo rectangular de 1"x2"x3/16
Diagonal D1	Tubo rectangular de 1"x2"x3/16

Nota: Fuente, elaboración propia.

3.6.8. Análisis de los muros de ferrocemento.

De acuerdo al metrado de cargas en la cobertura obtenemos las reacciones como se puede mostrar en la siguiente figura, siendo el más crítico la reacción $R_B = 886.6 \text{ kg}$ con el que empezaremos a analizar y diseñar nuestro panel.

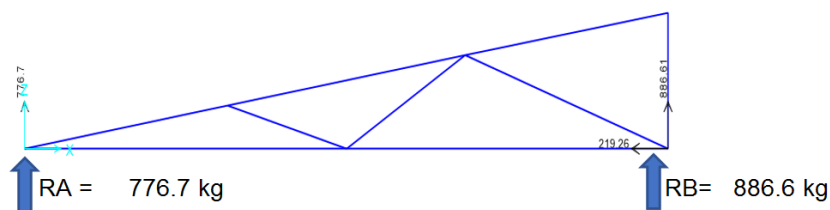


Figura 65. Reacciones de la cobertura.

Esta carga de 886.6 kg se aplica directamente sobre un ancho tributario de 2.50 m .

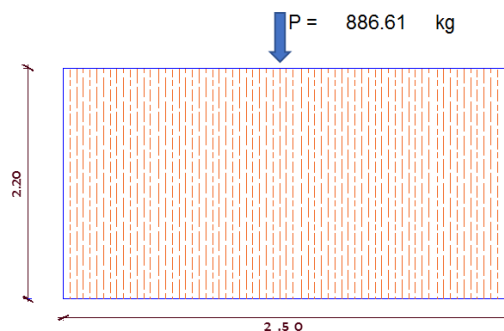


Figura 66. Ancho de aplicación de la carga sobre el panel.

Distribuyendo la carga para cada panel de 0.60 m obtenemos una carga de 2.09 KN .

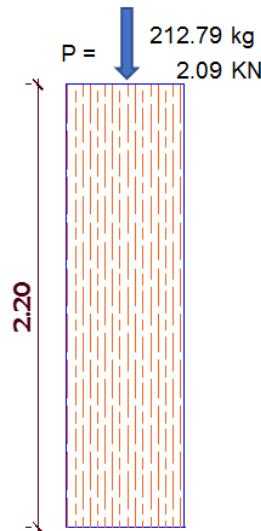


Figura 67. Carga total que se aplica sobre un panel de ferrocemento

De acuerdo al estudio de laboratorio nuestros paneles con una altura de 2.20 m llegan a soportar una carga total de 25.69 KN, por otro lado en la vivienda propuesta solo se aplica 2.09 KN, estando de esta manera dentro de los límites.

Tabla 30.
Carga ultima vertical con respecto a su altura.

Altura del panel	Carga ultima vertical (KN)
0.5	192.98
1	75.13
1.5	43.27
2	29.25
2.2	25.69

Nota: Fuente, elaboración propia.

3.6.9. Análisis sísmico estático

Se analizó también el comportamiento sísmico de la vivienda que se encuentra en el anexo B-4: Análisis sísmico estático, de acuerdo a la normativa E030. Para esto se realizó modelamiento en el programa SAP2000 v.20 y obtener los desplazamientos.

Debido a que los elementos estructurales que conforman nuestra vivienda son livianos, tenemos: carga viva = 1.98 Tn y carga muerta = 6.33 Tn, del cual considerando el 100% de la carga muerta y 25% de la carga viva, obtenemos un pesos sísmico de 6.82 Tn. Posteriormente obtenemos nuestra fuerza cortante en la base igual a 1.28 Tn. Por tratarse de una vivienda de un piso, la fuerza sísmica será igual a la fuerza cortante.

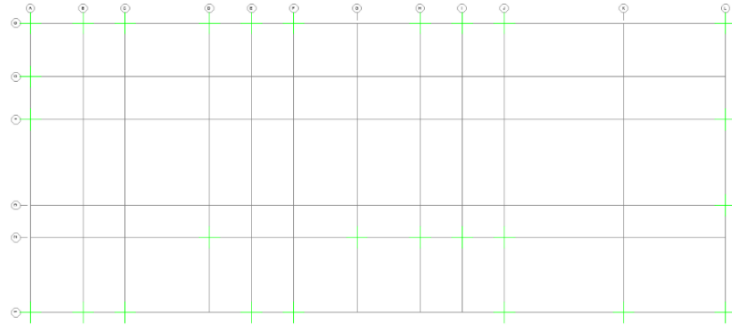


Figura 68. Configuración de ejes en planta.

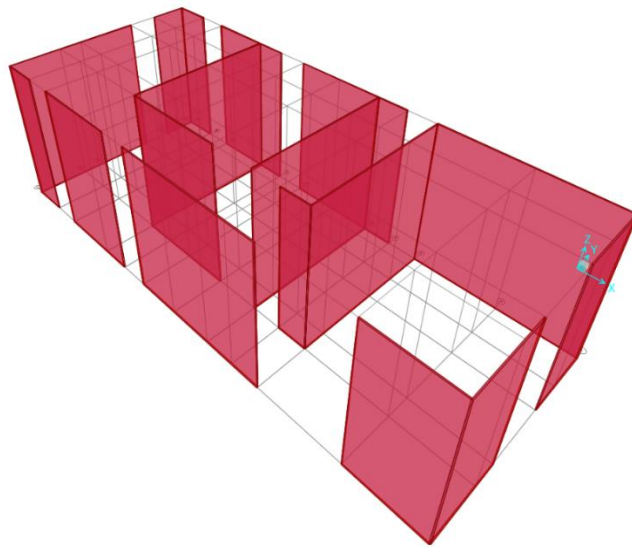


Figura 69. Detalle de paneles de ferrocemento en 3 dimensiones.

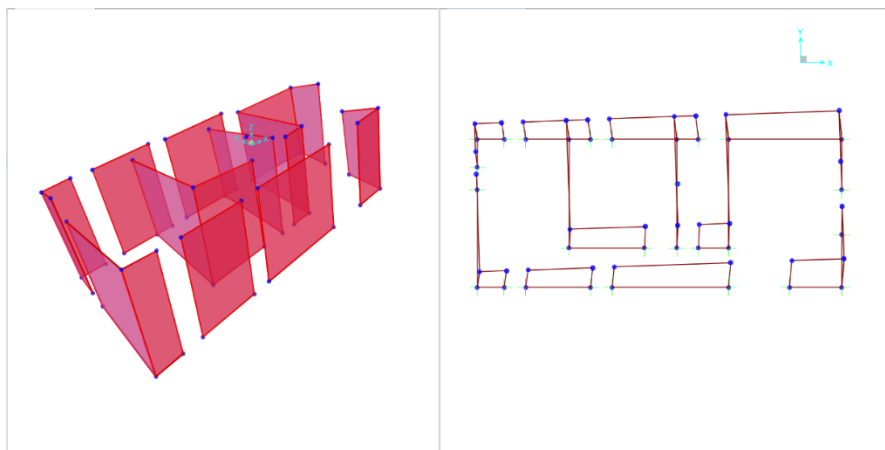


Figura 70. Distorsión en Y de la estructura.

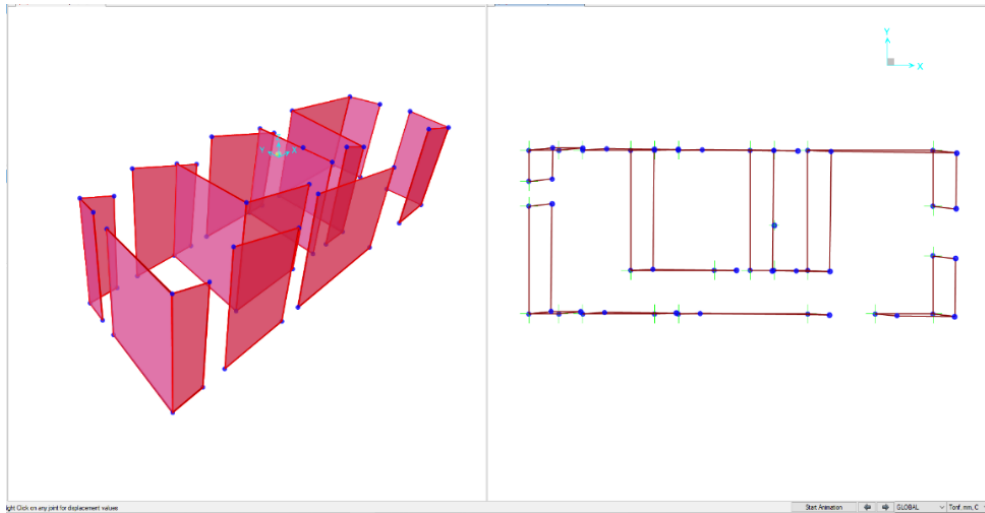


Figura 71. Distorsión en X de la estructura.

Finalmente se obtuvo los desplazamientos en ambas direcciones, notando que estas son muy pequeñas con respecto a la normativa E030.

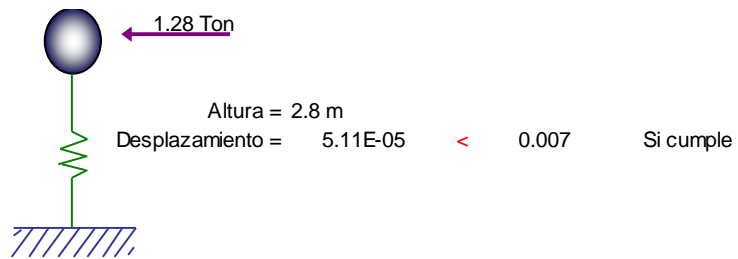


Figura 72. Desplazamiento final de la estructura en dirección X.

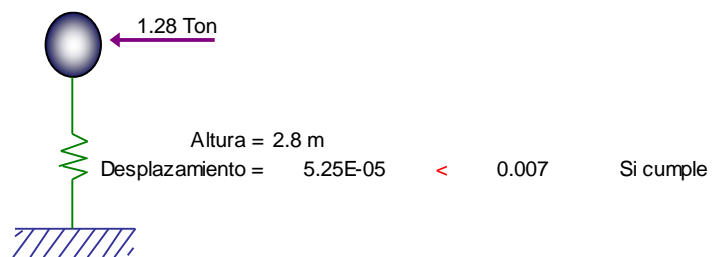


Figura 73. Desplazamiento final de la estructura en dirección Y.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS

De acuerdo a las encuestas realizadas identificamos algunas tipologías de viviendas:

Vivienda tipo 01: En este caso podemos apreciar una vivienda de aproximadamente 5 integrantes. La vivienda cuenta con tres habitaciones: Uno que es la cocina y comedor; las otras que son dormitorios y almacenes. En todas las viviendas de estas zonas se aprecian una mesa de ritual que se utiliza para diferentes eventos y/o festividades culturales. También cuentan con un área de ganados vacunos y ovinos y otros con una pequeña casa de perro.

Estas viviendas a su vez están constituidos por un muro que sirve como un cerco perimétrico teniendo un acceso principal por un lado y por el otro lado totalmente abierto hacia los cultivos cerca a sus viviendas. Las dimensiones de estas viviendas varían dependiendo del criterio del dueño y del constructor, pero siempre tienen una forma rectangular.

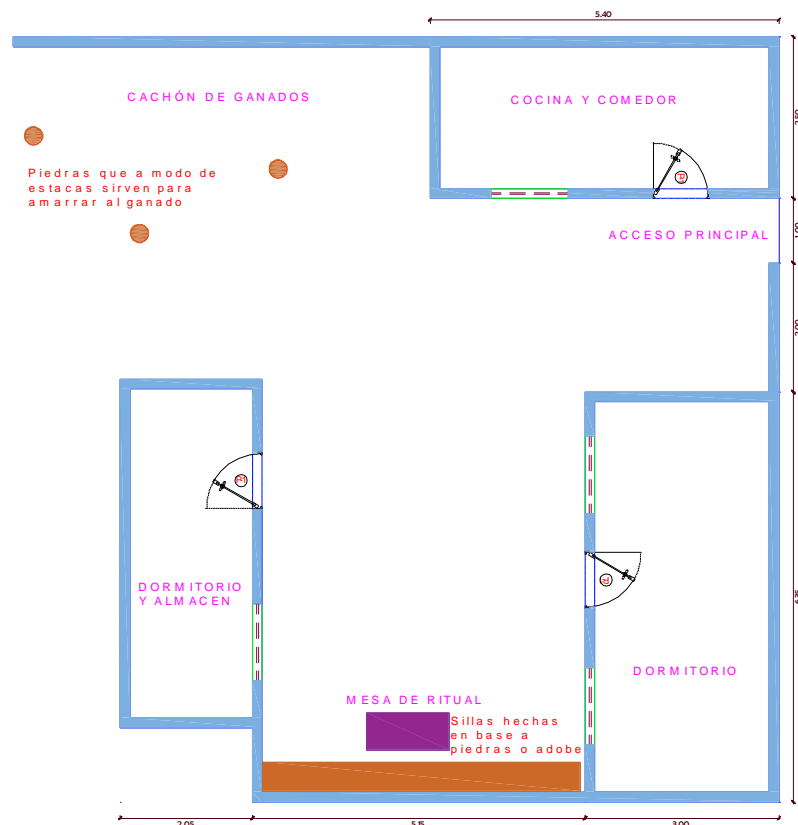


Figura 74. Vivienda tipo 01.



Figura 75. Vivienda tipo 01 (vista en 3 dimensiones).

Vivienda tipo 02. El siguiente tipo es normalmente para 4 o 5 personas, el cual cuenta con dos habitaciones: uno que es la cocina el comedor y almacén; el otro es el dormitorio y almacén.

Consta también con una mesa de ritual para las diferentes festividades, corral de ovejas y de vacas. Todo esto rodeado por un cerco perimétrico como se puede apreciar en la siguiente figura.

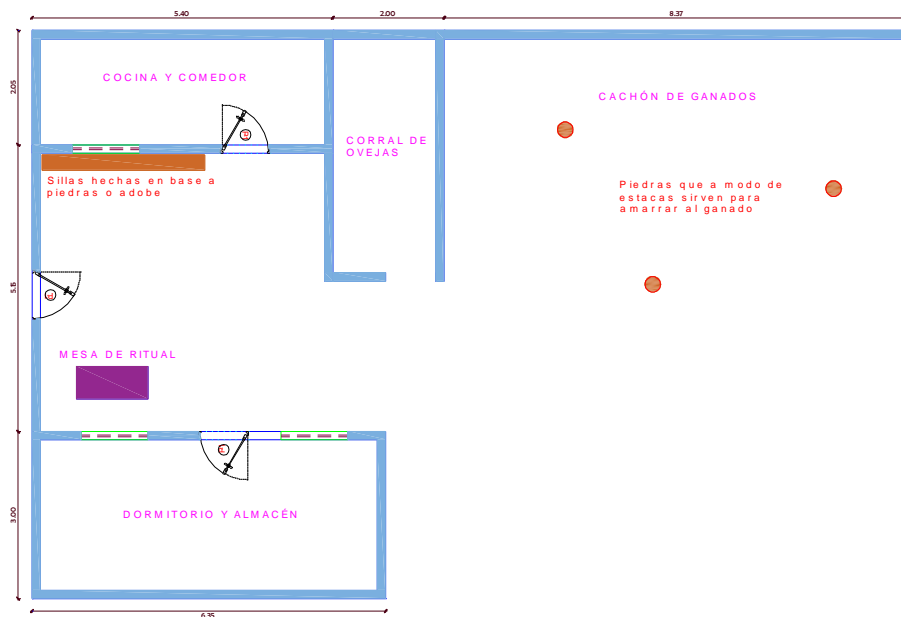


Figura 76. Vivienda tipo 02.



Figura 77. Vivienda tipo 02 (vista en 3 dimensiones).

Vivienda tipo 03. En este tipo se cuenta solo con una vivienda para tres diferentes casos:

- El primero trata de una vivienda totalmente abandonada, esto debido a la migración de los dueños a otros lugares, pero aun cuenta con sus muebles para su habitabilidad normal.
- En el segundo caso trata de una familia de 1 a 4 integrantes, teniendo su cocina y comedor en la parte de afuera a cielo abierto y el interior de la vivienda que sirve como un almacén y dormitorio. Normalmente estas viviendas son habitadas por personas mayores de edad quienes no viven con sus hijos.
- En un tercer caso se trata de una edificación de dos pisos el cual en la primera planta cuenta con una cocina almacén y el segundo piso netamente dormitorio.



Figura 78. Vivienda tipo 03.



Figura 79. Vivienda tipo 03 (vista en 3 dimensiones).

4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

4.2.1. Generalidades

La dosificación mínima del cemento para la construcción de paneles es de 410 kg/cm², con esto se permite obtener una resistencia mínima de 200 kg/cm² a los 28 días, esto es para asegurar la impermeabilidad de estos elementos.

El ferrocemento se caracteriza por tener el tamaño máximo de los agregados muy pequeños, en este caso los pasantes de la malla 3/8". Estos deben de estar libre de impurezas orgánicas, teniendo buenas propiedades mecánicas. En la siguiente tabla se muestra los límites por las cuales deben de pasar estas arenas.

Tabla 31.
Especificaciones técnicas de la norma ASTM C33 para agregados inertes.

Abertura (mm)	Malla #	Porcentaje que pasa
9.5	3/8"	100
4.75	4	95 a 100
2.36	8	80 a 100
1.18	16	50 a 85
0.6	30	25 a 60
0.3	50	10 a 30
0.15	100	2 a 10

Nota: Fuente: ASTM C33.

Por otro lado para obtener una resistencia buena se debe tener una buena relación de agua - cemento. En esta relación podemos ver cada vez que disminuimos el cemento obtendremos una mezcla más económica, sin embargo también obtendremos un elemento

con baja resistencia, por esta razón autores como Bedoya recomiendan el siguiente cuadro:

Tabla 32.

Proporción en peso de finos y cemento para el mortero.

Proporción cemento - arena (en peso)	Comentario
1 : 1.0	Mortero rico
1 : 1.5	Mortero adecuado
1 : 2.0	Relación optima
1 : 2.5	Mortero bombeado
1 : 3.0 a 5.0	estructuras con bajas solicitaciones

Nota: Fuente: (Bedoya, 1996).

Lo recomendado de acuerdo con el estudio de Bedoya (1996) es tener una relación de peso en cemento – arena de 1:1.5 a 1:2.5.

El constante incremento de agua hace que tengamos una mezcla plástica y que sea más trabajable, pero el exceso de agua hace que el concreto llegue a ser porosa y esto afecta la resistencia del elemento.

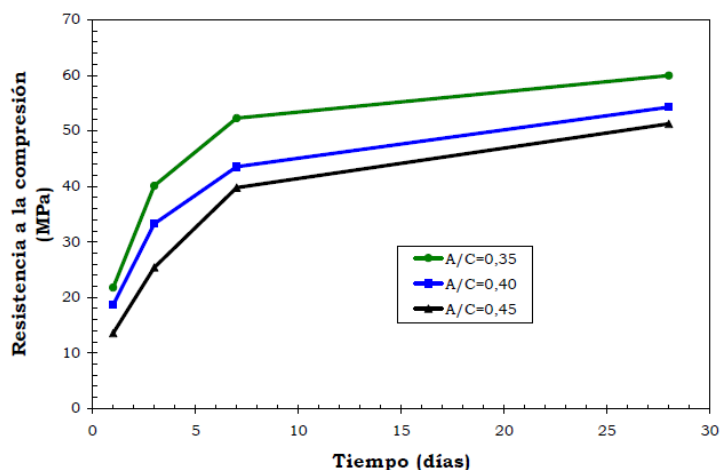


Figura 80. Efecto de relación agua cemento en la resistencia.
Fuente: (Bedoya, 1996).

De acuerdo con el estudio que realizó Bedoya (1996) recomienda utilizar una relación de agua cemento de 0.40 en el diseño de mezcla del mortero para el ferrocemento.

4.2.2. Proceso de fabricación de elementos prefabricados

La gran ventaja del uso del ferrocemento en la construcción es que es un material al cual se le puede dar diversas formas y/o figuras difíciles de lograr con otros materiales, no

se necesita mano de obra calificada para su construcción y se puede ejecutar con herramientas y materiales disponibles.

4.2.2.1. Preparación de moldes y encofrado

El encofrado para estos elementos puede ser de madera y acero y cuyas superficies deben ser tratadas con algún material como: aceite, petróleo o aditivos desencofrantes; esto para no tener problemas al momento del desencofrado y tener superficies lisas de ferrocemento.

4.2.2.2. Preparación y montaje del refuerzo

La dirección de las mallas de acero influye en la resistencia que tendrán los paneles frente a las cargas. De acuerdo a los estudios de Bedoya (2005) indica que las mallas cuadradas que están en dirección de horizontal y vertical tienen un mejor comportamiento ya que están en la misma dirección que las cargas; por otro lado, las mallas hexagonales no tienen un adecuado comportamiento.

La malla de refuerzo debe estar sujetado firmemente de modo que mantenga su posición durante la aplicación del mortero, de igual manera deben de estar bien tensados para que trabajen de manera en conjunto frente a las cargas.

El número de capas de mallas de acero se obtienen de acuerdo al diseño estructural y se amarran con alambre de acero con traslapo de entre 25 a 30 cm. se debe evitar el movimiento de estas mallas durante la colocación del mortero

4.2.2.3. Preparación del mortero

Considerando las indicaciones anteriores de la dosificación del mortero. Se recomienda el mezclado manual para estructuras pequeñas ya que se obtiene resultados satisfactorios; sin embargo, para el caso de volúmenes grandes la norma ASTM C618 recomienda utilizar una mezcladora teniendo las mínimas precauciones. Antes de proceder a la aplicación del mortero se debe obtener una mezcla uniforme.

4.2.2.4. Aplicación del mortero

Antes de proceder con la aplicación, la superficie de las mallas deben estar limpias de cualquier contaminante que pueda perjudicar su resistencia. La aplicación puede ser de forma manual y con proyección de mortero.

La aplicación de forma manual consiste en la utilización de herramientas comunes y haciendo presión para que el mortero tenga una buena penetración, la aplicación debe ser

monolítica y se necesita tener una habilidad para lograr que el mortero penetre hacia todos los espacios.

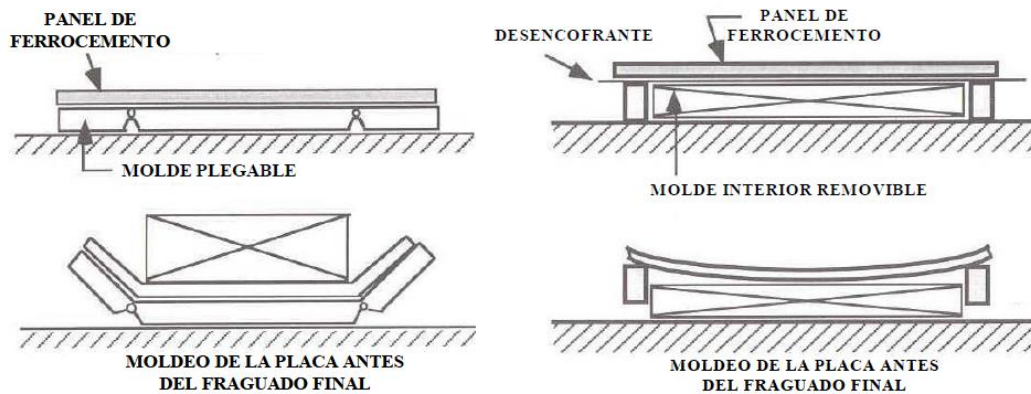


Figura 81. Ejemplos de moldeado para elementos planos de ferrocemento.
Fuente: (Naaman, 2000).

Actualmente se cuenta en el mercado con equipos que pueden hacer la proyección del mortero satisfactoriamente, pero se necesitan consideraciones especiales con el mortero ya que debe ser más manejable; por otro lado, en superficies inclinadas y verticales el procedimiento se hace difícil.

4.2.2.5. Curado de los paneles de ferrocemento.

Se trata de que los paneles de ferrocemento no pierdan agua mientras alcancen su resistencia de diseño, si el curado es malo el agua podría evaporarse durante los primeros días y dejando una red de poros en la matriz cementante. Con un buen curado de los paneles obtenemos:

- Evitar su fisuración temprana.
- Mejorar el ritmo para obtener la resistencia.
- Mejorar la resistencia a la abrasión.
- Mejorar la impermeabilidad.
- Tratamiento superficial.

Estas estructuras de ferrocemento no necesitan una protección sofisticada. Bedoya (2005) menciona que la protección puede realizarse con morteros modificados con acrílico, vinílico o epóxido, siempre que cumpla con las siguientes propiedades: buena adhesión al mortero, alta resistencia química y abrasiva, secado rápido, fácil de aplicación y fácil de mantenimiento.

4.2.3. Proceso constructivo del sistema

Para el proceso constructivo de esta vivienda social no se necesita mano de obra calificada ni equipo y herramientas sofisticadas.

- Limpieza del lugar de ubicación: La limpieza se realizara para toda el área correspondiente de la edificación de todas las malezas que puedan encontrarse en el lugar de trabajo.
- Localización y replanteo: se debe fijar los ejes de la vivienda, teniendo una cota de referencia y así garantizar una correcta construcción de acuerdo a sus medidas.

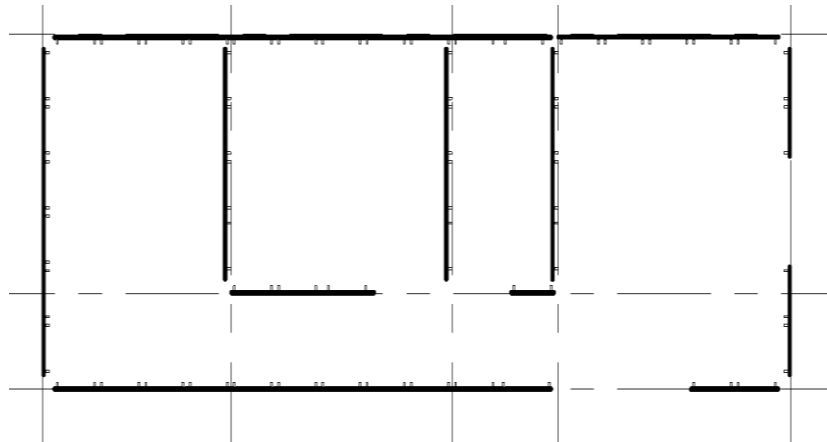


Figura 82. Replanteo en campo de la vivienda.

- Excavaciones: Se debe realizar una excavación manual para la construcción de vigas de cimentación, hacer una compactación manual de 10 cm de espesor con la finalidad de mejorar la capacidad portante del suelo.
- Cimentaciones: Después de realizar el armado del refuerzo se debe realizar el vaciado del concreto con el vibrado adecuado y el posterior curado.
- Verificación de las dimensiones: Debido a que la vivienda esta será construido con prefabricados, es necesario realizar la verificación de todas las dimensiones. Por otro lado es necesario la exacta medida de los moldes del encofrado, para evitar irregularidades y dificultades en el proceso constructivo.
- Colocación de paneles exteriores: La colocación se iniciará por una esquina, teniendo mucho cuidado con los niveles y con la unión entre paneles, se instalara en el exterior un apoyo provisional, para apuntalar los paneles de forma progresiva.

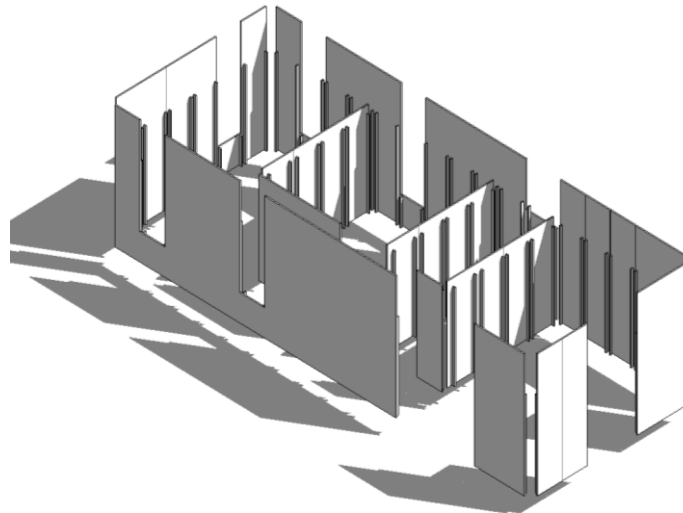


Figura 83. Colocación de paneles exteriores de la vivienda.

- Instalación de aislamiento térmico: En este caso el aislamiento térmico será estará conformado por planchas de poliestileno, sabiendo que estos pueden ser modificados por otros elementos o dejarlos vacío.

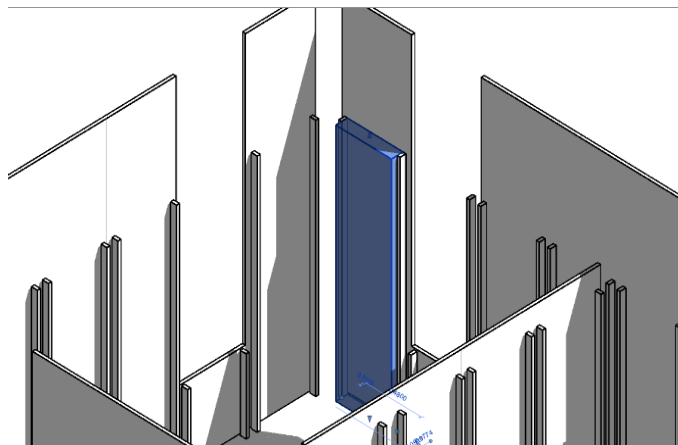


Figura 84. Colocación de polietileno como aislante térmico.

- Colocación de paneles interiores: Después de la instalación del aislamiento térmico se debe proceder con la instalación de los sistemas eléctricos e hidráulicos y posteriormente la colocación de los paneles interiores los cuales deben de estar nivelados y ajustados unos con otros.

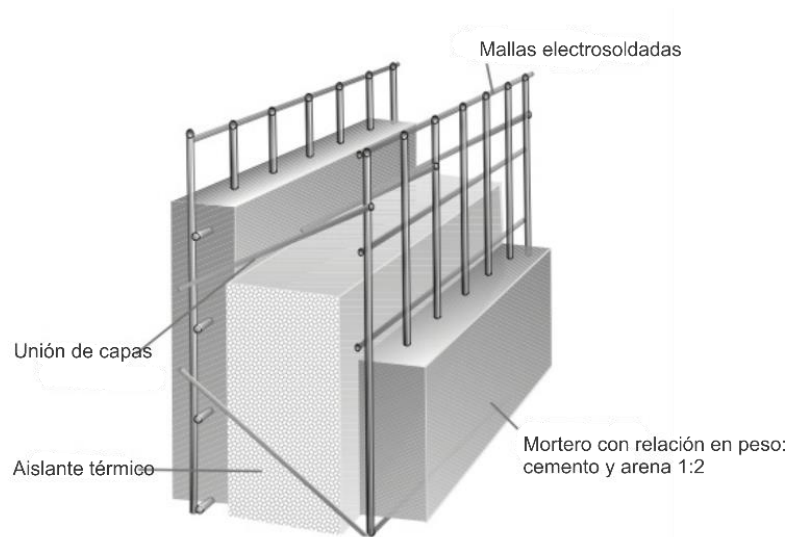


Figura 85. Conformación de la estructura (mortero óptimo: cemento y arena 1:2).

- Conformación de columnetas: Es necesario hacer la rigidización de la estructura para ello se debe hacer el vaciado en las columnetas, esto ayudara a la unión entre los paneles, y el concreto vertido debe estar vibrado adecuadamente para evitar cangrejas en su interior.
- Conformación de vigas de unión: Junto con el vaciado de la columneta se debe hacer el vaciado de las viguetas para tener un completo amarre entre los paneles de ferrocemento.
- Montaje de elementos de la cubierta: Posteriormente se procede con el armado de la cubierta. Las cerchas pueden ser de madera de acuerdo a la disposición de materiales y teniendo en cuenta las fuerzas que actúan sobre esta el cual se muestra en la memoria de cálculo.
- Acabados: Posteriormente se procede con la instalación de las puertas y ventanas y de ser posible el cielo raso. De acuerdo a la disponibilidad de recursos los paneles se pueden pintar o dejar en su estado natural.

4.3 COMPARATIVO DEL SISTEMA TRADICIONAL VS FERROCEMENTO

Se realizó el comparativo de las 7 principales partidas que varían en ambos sistemas constructivos. Se puede apreciar que el ferrocemento es más económico en gran porcentaje en las partidas de vigas de cimentación, columnas, vigas y muros; esto debido a que los paneles de ferrocemento requieren de estos elementos estructurales en pequeñas dimensiones ya que el mismo panel cumple funciones estructurales.

Tabla 33.*Partidas más influyentes de la construcción con albañilería.*

Partida	Especificaciones	Unid.	Costo s/.
05.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
05.01.00	ZAPATAS		
05.01.01	Concreto en zapatas f'c=175 kg/cm ²	m ³	82.07
05.01.03	Acero en zapatas	Kg.	97.93
05.03.00	COLUMNAS		
05.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm ²	m ³	151.82
05.03.02	Encofrado y Desencofrado	m ²	363.72
05.03.03	Acero	Kg.	784.05
05.04.00	VIGAS		
05.04.01	Concreto f'c=210 kg/cm ²	m ³	499.70
05.04.02	Encofrado y Desencofrado	m ²	982.09
05.04.03	Acero	Kg.	1026.51
07.00.00	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA		
	MUROS DE LADRILLO CORRIENTE DE		
07.01.00	ARCILLA		
	Muro de ladrillo king kong mecanizado (soga)		
07.01.02	j=2cm	m ²	4287.83
08.00.00	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS		
	TARRAJEO EN EXTERIORES CON MORTERO		
08.02.00	1:5	m ²	824.28
08.03.00	TARRAJEO DE COLUMNAS		
08.03.01	Tarrajeo de Superficie, Mezcla 1:5	m ²	115.63
08.04.00	TARRAJEO DE VIGAS		
08.04.01	Tarrajeo de Superficies con mezcla 1:5	m ²	280.47

Nota: Fuente, elaboración propia**Tabla 34.***Partidas más influyentes de la construcción con ferrocemento.*

Partida	Especificaciones	Unid.	Costo s/.
05.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
05.01.00	ZAPATAS		
05.01.01	Concreto en zapatas f'c=175 kg/cm ²	m³	29.12
05.01.02	Acero en zapatas	Kg.	51.09
06.00.00	FERROCEMENTO		
06.01.00	Apoyo provisional de muros exteriores	m²	1565.47
06.02.00	Colocación de paneles exteriores	und	2132.98
06.03.00	Instalación de aislamiento térmico	und	512.23
06.04.00	Colocación de paneles interiores	und	1998.23
06.05.00	COLUMNETAS Y VIGAS		
06.05.01	Conformación de columnetas	m³	118.37
06.05.02	Conformación de vigas de amarre	m²	388.92

Nota: Fuente, elaboración propia

En la tabla 36 podemos ver los comparativos de las principales partidas, donde obtenemos el ahorro que genera el utilizar el ferrocemento frente a la albañilería.

Tabla 35.
Comparativo de los sistemas constructivos.

N°	Partidas	Albañilería	Ferrocemento	% de ahorro
1	Construcción de zapatas	180.00	80.22	55.44
2	Construcción de columnas	1299.58	118.37	90.89
3	Construcción de vigas	2508.29	388.92	84.49
4	Construcción de muros	4287.83	6208.90	-44.80
5	Tarrajeo de muros exteriores	824.28	0.00	100.00
6	Tarrajeo de columnas	115.63	0.00	100.00
7	Tarrajeo de vigas	280.47	0.00	100.00

Nota: Fuente, elaboración propia

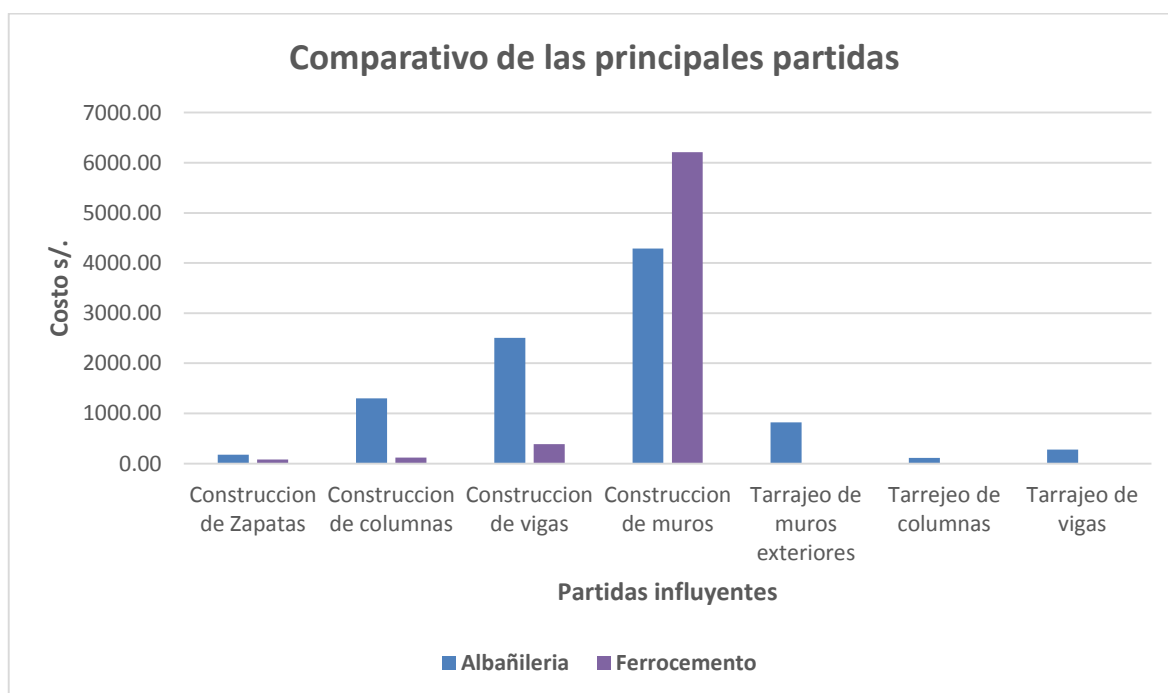


Figura 86. Comparación de las principales partidas que varían en la construcción de la vivienda.

Al realizar el análisis se llega a determinar que las viviendas construidas con ferrocemento son más económicas en un 30.51% con respecto a una vivienda de albañilería confinada.

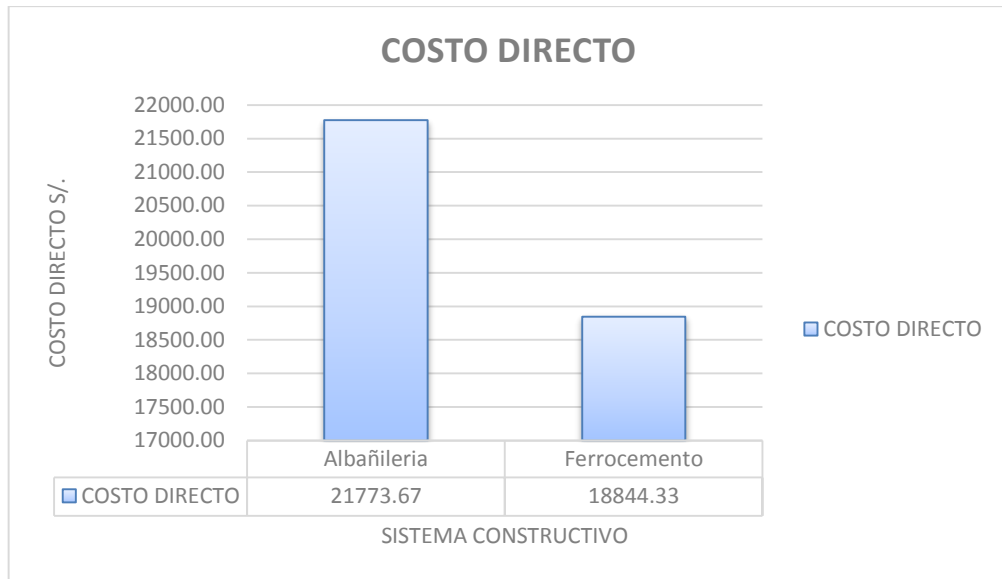


Figura 87. Comparativo final del costo directo de los sistemas constructivos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Las estructuras de adobe son el principal sistema constructivo de las viviendas estudiadas, no genera la calidad de vida que las personas necesitan y gran parte de estas viviendas se encuentran pésimas condiciones estructurales, pero son accesibles desde el punto de vista económico.

De acuerdo a la tipología de viviendas obtenidas en nuestra visita de campo, se puede apreciar que la cantidad de habitaciones y/o ambientes depende de la cantidad de habitantes, ganados y cultivos que tienen. Por ello el modelo que se plantea no pretende reemplazar esas viviendas, pero si mejorar las condiciones con habitaciones para descansar en comodidad. Esta vivienda consta de 2 dormitorios, 1 SSHH, 1 sala, 1 comedor y 1 cocina.

Del análisis granulométrico de las principales canteras de la ciudad de Juliaca obtenemos que solo la cantera Isla es la que está dentro de los rangos de la norma ASTM con un módulo de finura = 3.04 que es una arena mediana, siendo la cantera Cabanillas y Maravillas por debajo de los límites.

Las muestras se realizaron con la relación en peso de cemento:arena 1:3 para los 4 casos, del cual se obtuvo los siguientes resultados: Cantera Isla = 309.703 kg/cm², Cantera Cabanillas = 287.48 kg/cm², Cantera Maravillas = 252.558 kg/cm² y la muestra controlada = 330.185kg/cm². Estas resistencias obtenidas están muy por debajo de la resistencia patrón, siendo la cantera Isla la que más se acerca; sin embargo la resistencia es mayor a la de un concreto común utilizado para los elementos estructurales de una vivienda típica. Para la vivienda que se plantea es posible utilizar las tres canteras estudiadas ya que las cargas que actúan sobre esta estructura no son muy considerables, pero se recomienda utilizar la cantera Isla para viviendas de más pisos o que tengan otro diseño.

De acuerdo a las normativas se realizó el metrado de cargas y se obtuvo los siguientes resultados: carga muerta = 6329.74 kg/cm² y carga viva = 1977.30 kg/cm². La carga de techo fue de 850.24 kg considerando las cargas de viento por barlovento y sotavento para la zona según normativa. Por otro lado el peso de cada panel de ferrocemento es de 106.140 kg el cual se puede manipular con mucha facilidad por una cuadrilla para el armado de la estructura.

Del ensayo de compresión diagonal se obtiene la resistencia característica al corte $V'm = 14.73 \text{ kg/cm}^2$ que indica que tiene un comportamiento mucho mejor en comparación con los muros de albañilería, donde en el mejor de los casos la norma E070 Albañilería recomienda utilizar $V'm = 10.9 \text{ kg/cm}^2$ para bloques de concreto.

Del ensayo de paneles de distintas alturas realizados en el laboratorio de estructuras se obtuvo para: $0.50\text{m} = 203.04 \text{ KN}$, $0.80\text{m} = 91.19 \text{ KN}$ y $1.20\text{m} = 62.18 \text{ KN}$, obteniendo de estas relaciones una ecuación con el que podemos afirmar que para una altura de 2.20m puede llegar a soportar una carga total de 25.69 KN ; sin embargo las cargas que actúan sobre cada panel de nuestra vivienda solo llega a los 2.09 KN , viendo de esta manera que está totalmente dentro del límite.

Se llegó a analizar y diseñar la cobertura metálica bajo 10 combinaciones de carga recomendadas por la normativa LRFD y se llegó a obtener el perfil metálico de la armadura: tubo LAC 1"x2", $E=3/16$; elemento estructural que es comerciable y que viene con una longitud de 6 m en el mercado.

El distrito de Taraco se encuentra en una zona sísmica 2 de acuerdo a la norma E030 Diseño sísmoresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Se realizó el análisis sísmico estático, obteniendo en el caso más crítico una fuerza cortante en la base de 1.28 tn en ambas direcciones y los desplazamientos en X e Y = 0.00005 cm , que es totalmente insignificante y como resultado tiene un comportamiento adecuado frente a los movimientos sísmicos.

Para obtener el costo directo de la vivienda se trabajó con 14 principales partidas para ambos casos, se realizó el análisis de costos unitarios el cual se encuentra archivado en el anexo D, considerando como unidad de medida global en algunas subpartidas poco influyentes se obtuvo los siguientes resultados: Para una vivienda de albañilería = 21773.67 soles y para una vivienda de ferrocemento = 18844.33 soles . Esto indica que la construcción con ferrocemento es 13.45% más económico que una vivienda común.

Son 7 las principales partidas que influyen para la obtención del resultado anterior: En la construcción de las zapatas se llega a ahorrar un 55.44% , esto debido a que la estructura de ferrocemento es más liviana que las estructuras de concreto armado; por lo tanto no requiere una fundación considerable. En la construcción de columnas se llega a ahorrar un 90.89% , esto debido a que el ferrocemento no requiere columnas de grandes dimensiones sino columnetas de $0.10\text{m} \times 0.070 \text{ m}$. En la construcción de vigas se llega a ahorrar un 84.49% , en este caso se trata de vigas de amarre cuya principal función es solo la unión de paneles. En el caso de la construcción de muros es 44.80% menos económico, esto

debido a que los paneles de ferrocemento son los principales elementos de conformación de esta vivienda y por lo tanto es el costo más alto de todas las partidas. En el tarrajeo de muros exteriores se ahorra el 100%, esto gracias a un buen diseño de encofrados que solo requiere su pintado. No se necesita tarrajeo de columnas ni de vigas ya que están visibles, por lo tanto se llega a ahorrar hasta el 100%.

5.2 RECOMENDACIONES

La propuesta que se presenta es una vivienda que se mezcla con la situación sociocultural de la zona de estudio, que se puede ampliar hasta 2 niveles, sin embargo algunos autores demostraron que se puede construir más pisos con este material, por ello es necesario realizar más estudios con respecto a su comportamiento estructural.

El diseño fue realizado para las zonas rurales del Distrito de Taraco. Aun cuando es una muestra representativa de las principales características de las viviendas rurales de Puno y de otras regiones, es necesario realizar estudios y diseños para cada zona en específico.

En la presente investigación para su adecuado funcionamiento se diseñó la unión de paneles con columnetas y viguetas de acuerdo a investigaciones realizadas, sin embargo es necesario realizar estudios a profundidad ya que para edificaciones mayores podría generar problemas estructurales.

El ferrocemento es un material que puede industrializarse, por ello es posible la fabricación de paneles en una ciudad con tecnología que nos ayude a obtener: dimensiones exactas, buena dosificación y buen acabado

El proceso constructivo de la vivienda requiere tener un cuidado sobre todo en el control del tiempo. Si se trata de elaborar los paneles en la zona de la construcción se puede hacer de forma paralela con otras actividades y de esta manera aminorar el tiempo de ejecución.

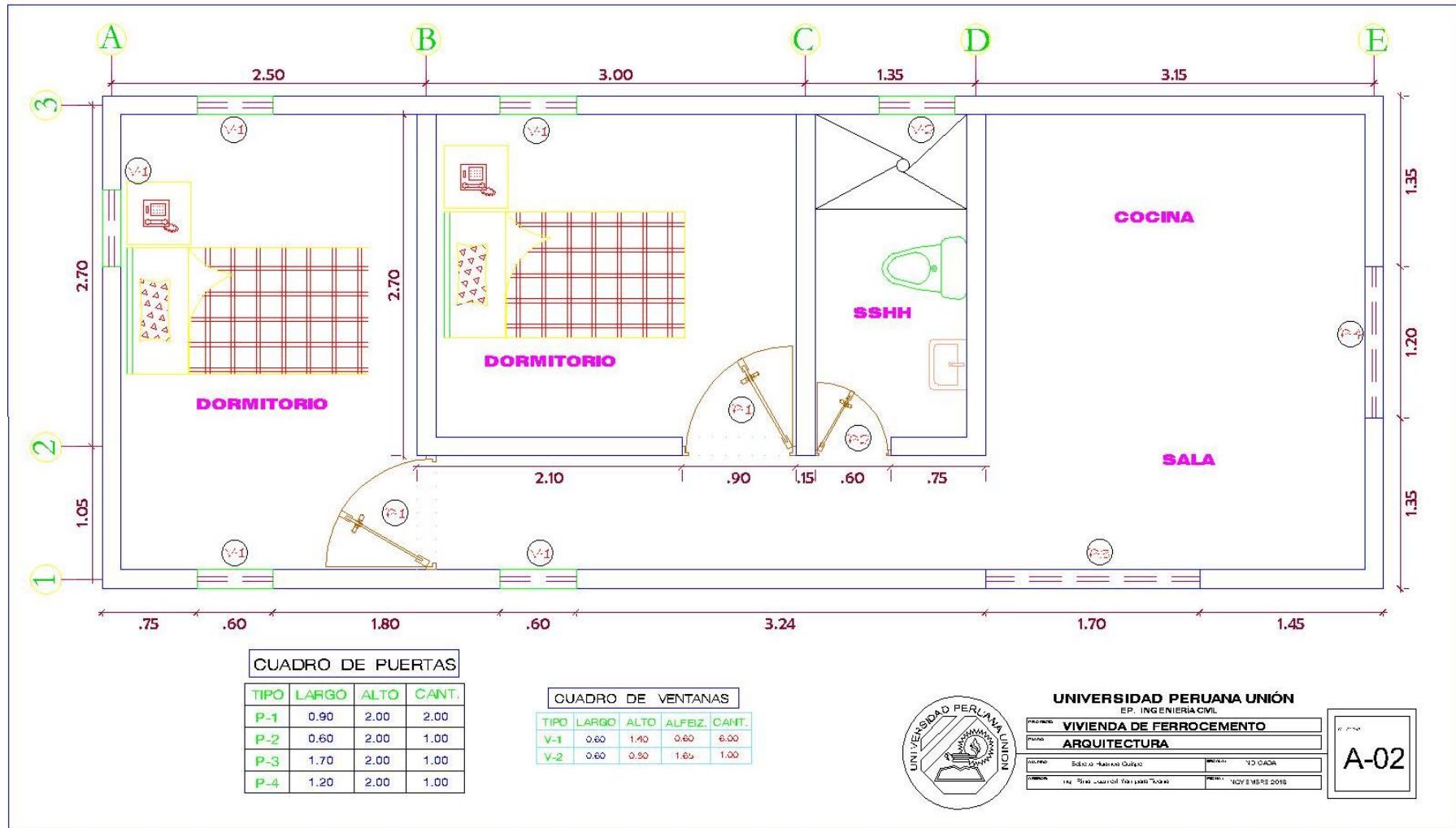
REFERENCIAS

- ACI Committee 549-1R-97. (1997). State of the Art Report on Ferrocement. In Manual of Concrete Practice Institute, Farmington Hills, Michigan.
- Barrientos, C. (2004). Diseño en ferrocemento de un edificio destinado a vivienda social (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Bedoya, R. (2005). Estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmica de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.
- Bedoya, R. y Farbiarz, J. (2002). Ferrocemento: Un material apto para la Construcción. Revista Ingenierías, Universidad de Medellín, Colombia.
- Carranza, C. (2010). Ferrocemento: estudio del mortero reforzado con malla de alambre y sus aplicaciones. Tesis de investigación, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. Perú.
- Colegio de Ingenieros del Perú (1999). Código de la ética del CIP. Tacna, Perú.
- E.020, N. Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Norma técnica peruana vigente. Cargas.
- E.030, N. Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Norma técnica peruana vigente. Diseño Sismoresistente.
- E.060, N. Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Norma técnica peruana vigente. Concreto Armado.
- Malpica, P. (2017). Análisis de factibilidad técnica y económica de viviendas sismoresistentes en ferrocemento (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- Mecott, S. (2005). Vivienda bioclimática con paneles modulares de ferrocemento y materiales aislantes alternativos para la ciudad de Oaxaca, OAX (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.
- Naaman, A. (2000). Ferrocement and laminated cementitious composites, Michigan: Techno Press 3000.
- Naaman, A. E., and Hammoud, H. (1994). Ferrocement prefabricated housing: the next generation. Michigan: Journal of ferrocement.
- Puche, A. y Quintana, I. (2016). Análisis comparativo entre el ferrocemento y el hormigón armado como sistema constructivo para proyectos de vivienda de interés prioritario en Colombia (Informe final de trabajo de grado). Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

- Ramírez, C. (2013). El ferrocemento como una alternativa de construcción viable (Tesis de pregrado). Instituto politécnico Nacional. Tecamachalco Edo, México.
- SENCICO. Gerencia de Investigación y Normalización. (2011). Desarrollo del ferrocemento en la construcción de viviendas. Segunda Etapa. Lima.
- Soto, J. (2014). Evaluación de riesgo de inundación en el distrito de Taraco utilizando sistemas de información geográfica (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Vitulas, Y. y Reynoso, K. (2013). Etnoingeniería de los putucos. Puno, Perú: Editorial Altiplano E.I.R.L.
- Wainshtok, H. y Lizazo, Y. (2014). El uso del ferrocemento en la construcción civil. Experiencia cubana. *Arquitectura y urbanismo*, 35(1), 1815-5898.

Anexo A: Planos

Anexos A - 1: Plano de arquitectura.

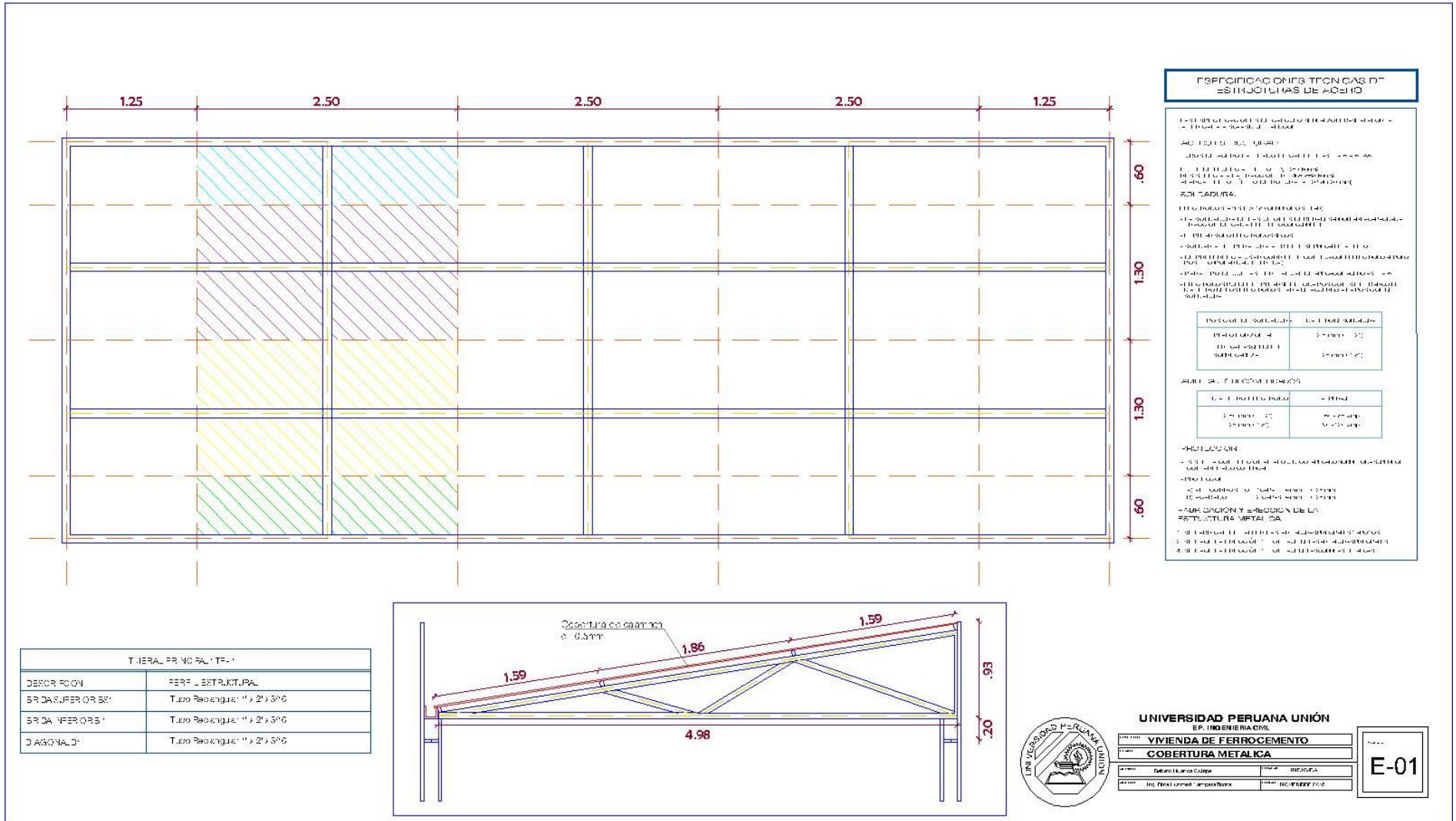


UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
EP. INGENIERÍA CIVIL

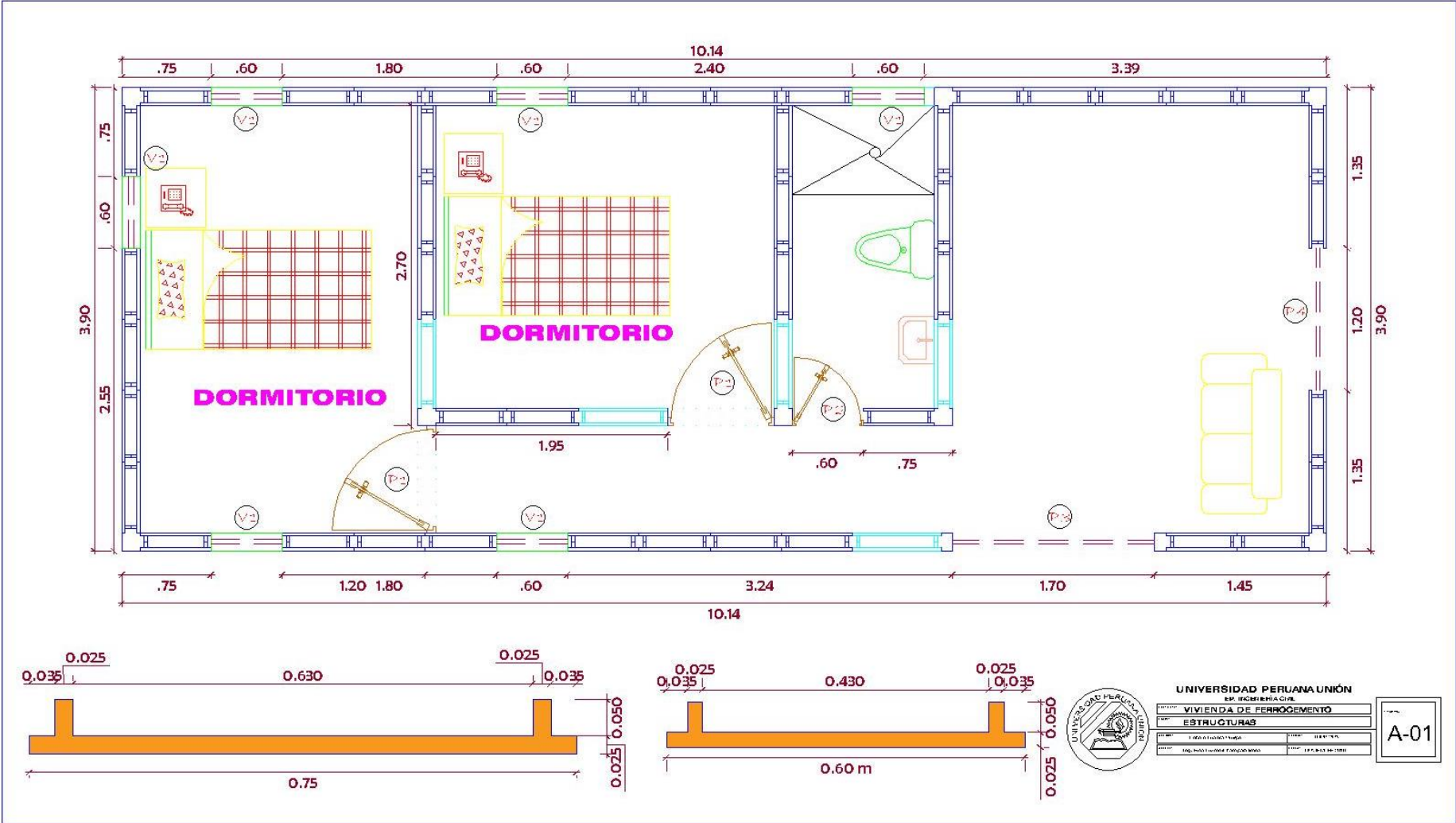
PROYECTO:	VIVIENDA DE FERROCEMENTO
PLANO:	ARQUITECTURA
PROFESOR:	Edilio de Hualpa Quiroz
ALUMNO:	141.1510.00011 Yan Pablo Torres
FECHA:	NOVIEMBRE 2018

A-02

Anexos A - 2: Plano de cobertura metálica.



Anexos A - 3: Plano de estructuras.



Anexos A - 5: Plano de elevaciones.

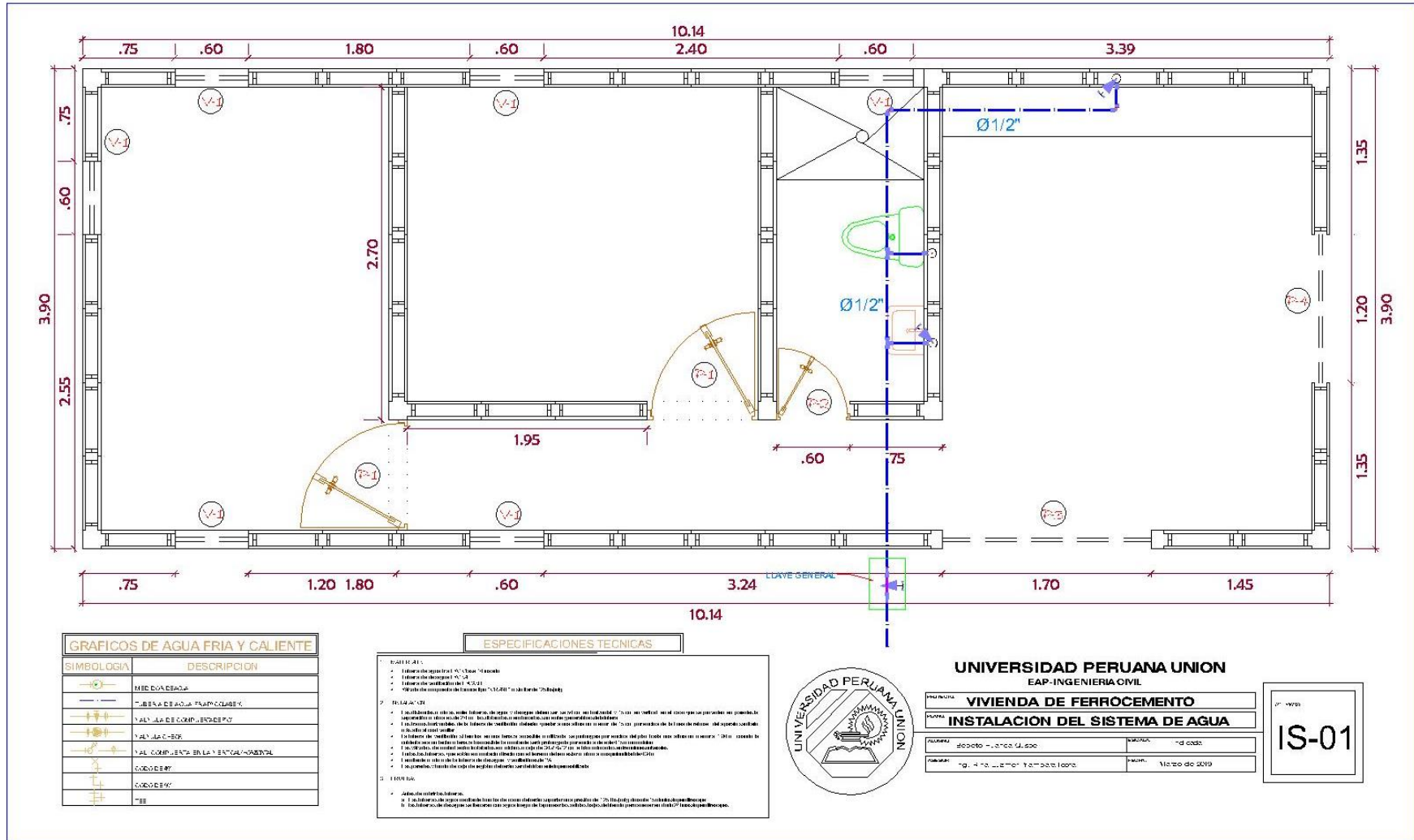


UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
EP. INGENIERÍA CIVIL

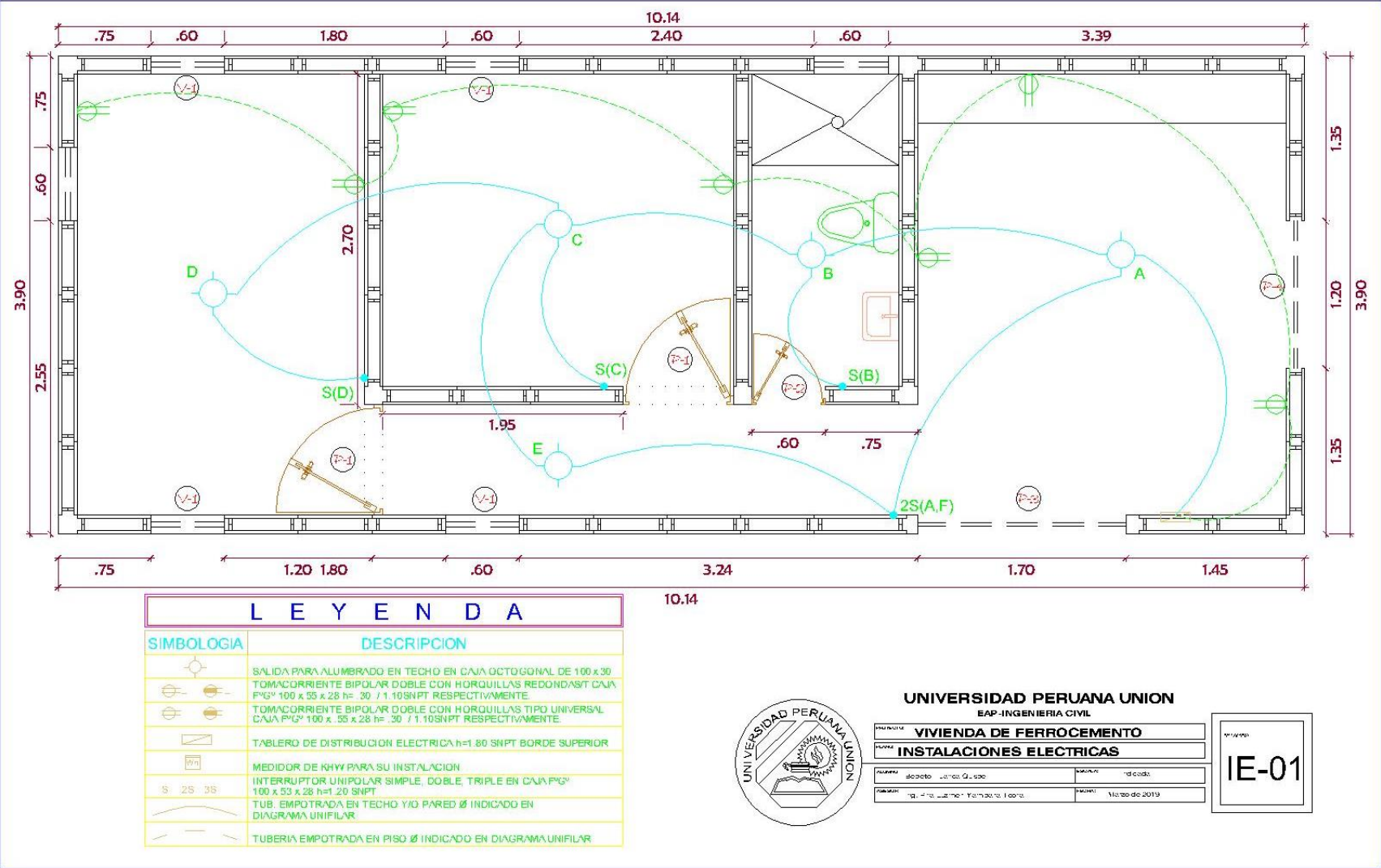
TÍTULO	VIVIENDA DE FERROCEMENTO	
ASIGNATURA	IMAGENES EN 3 DIMENSIONES	
PROFESOR	Ing. Jorge Ramírez Yaneza Torres	FECHA
ALUMNO	Ing. Tito Javier Yaneza Torres	FECHA

ESTRUC.	D-01
---------	-------------

Anexos A - 6: Plano de instalaciones de agua.



Anexos A - 8: Plano de instalaciones eléctricas.



Anexo B. Memoria de cálculo

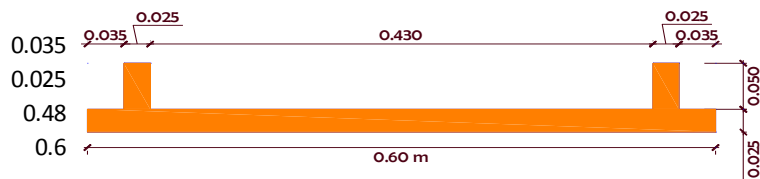
Anexos B - 1: Calculo del peso de la vivienda

CALCULO DEL PESO DE LA VIVIENDA

Para el análisis sísmico y diseño de la cimentación el primer paso a realizar es el cálculo del peso total de la vivienda, incluyendo el peso de la cobertura. En este caso la vivienda es de tan solo 1 piso.

A continuación se determina el peso de los paneles de ferrocemento: procedemos a calcular el volumen y finalmente multiplicarlo por el peso específico del ferrocemento. Para esta vivienda tenemos 2 tipos de paneles

Sección transversal del panel tipo 1



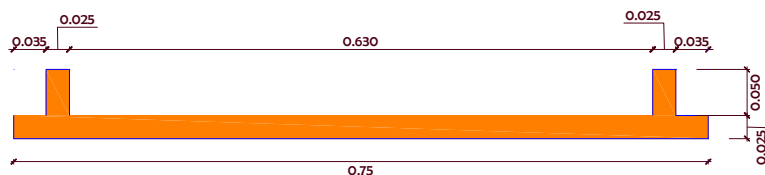
Estimación de peso del panel tipo 01

Longitud	Altura	Espesor	Cantidad	Volumen
0.600	2.500	0.025	1.000	0.038
0.050	2.450	0.025	2.000	0.006
0.480	0.050	0.025	1.000	0.001
Volumen total (m3)				0.044
Peso ferrocemento (kg/m3)				2400.000
Peso panel (kg)				106.140

Estimación de peso del panel tipo 01 ventana

Longitud	Altura	Espesor	Cantidad	Volumen
0.600	0.600	0.025	1.000	0.009
0.050	0.550	0.025	2.000	0.001
0.480	0.050	0.025	1.000	0.001
Volumen total (m3)				0.011
Peso ferrocemento (kg/m3)				2400.000
Peso panel (kg)				26.340

Sección transversal del panel tipo 2



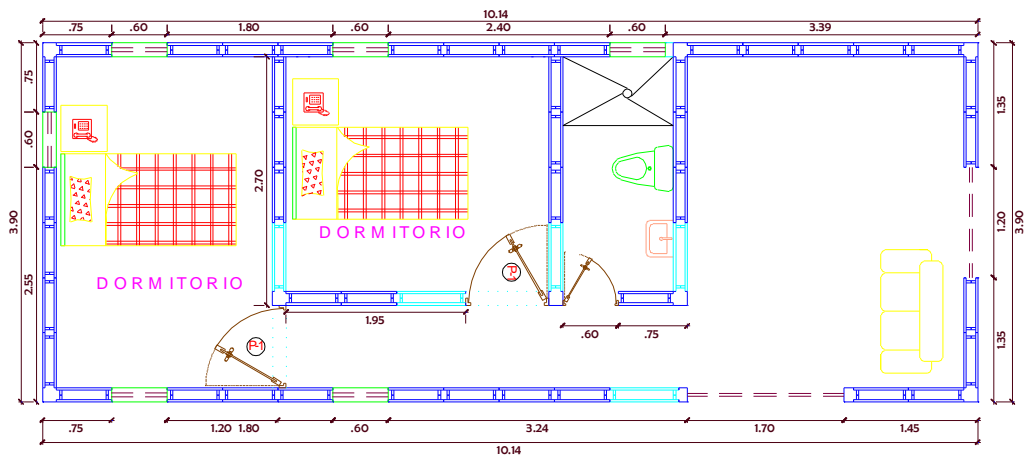
Estimación de peso del panel tipo 01

Longitud	Altura	Espesor	Cantidad	Volumen
0.750	2.500	0.025	1.000	0.047
0.050	2.450	0.025	2.000	0.006
0.630	0.050	0.025	1.000	0.001
Volumen total (m3)				0.054
Peso ferrocemento (kg/m3)				2400.000
Peso panel (kg)				129.090

Estimación de peso del panel tipo 01

Longitud	Altura	Espesor	Cantidad	Volumen
0.750	0.600	0.025	1.000	0.011
0.050	0.550	0.025	2.000	0.001
0.630	0.050	0.025	1.000	0.001
Volumen total (m3)				0.013
Peso ferrocemento (kg/m3)				2400.000
Peso panel (kg)				32.190

a continuación se presenta el peso estimado de los paneles de ferrocemento de toda la unidad habitacional



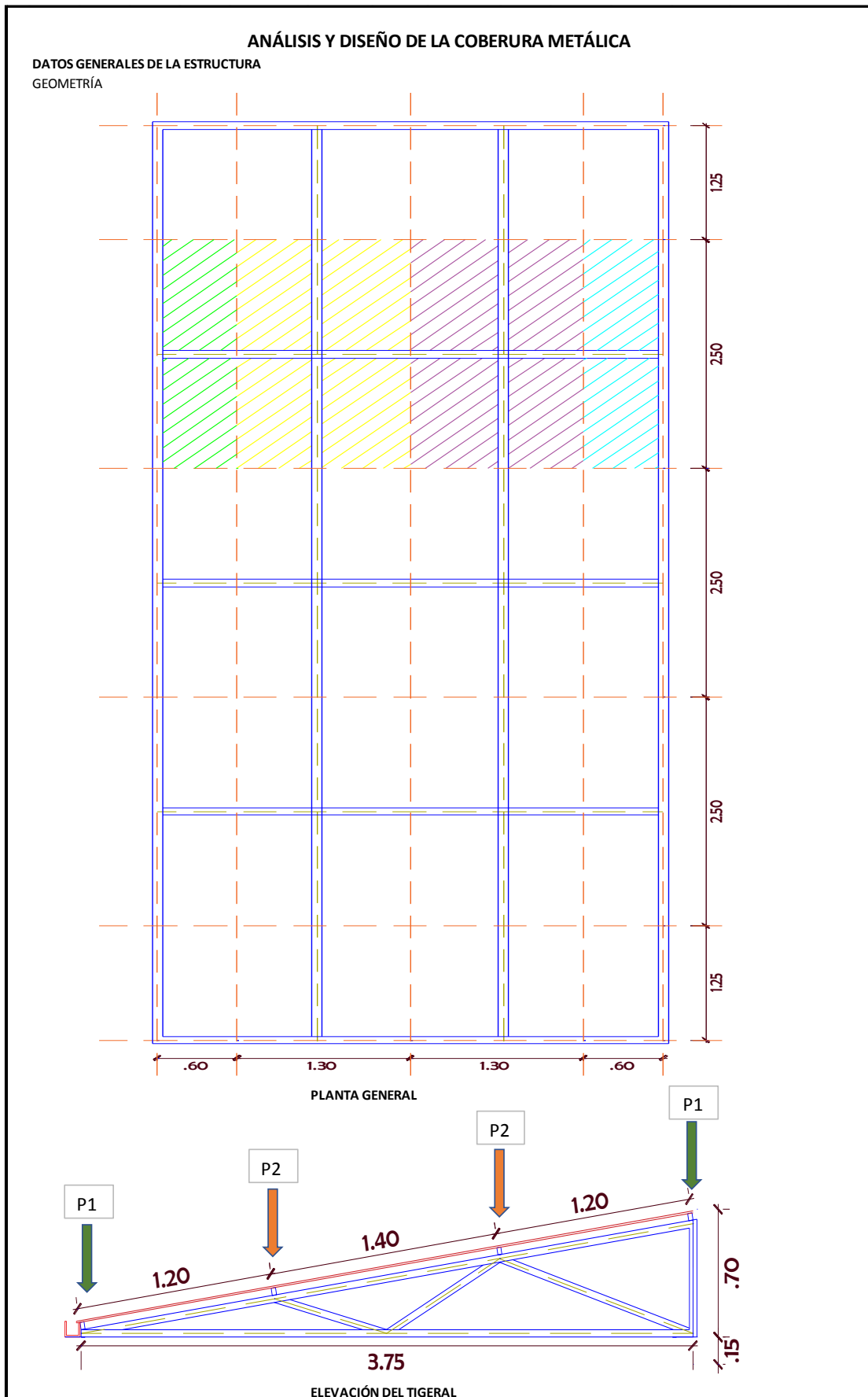
Tipo de panel	Cantidad	Peso panel	Peso total
1	44	106.14	4670.16
2	5	129.09	645.45
Ventana tipo 1	5	26.34	131.70
Ventana tipo 2	1	32.19	32.19
			5479.50

	Cantidad	Peso panel	Peso total
Carga de techo	39.546	21.5	850.24
			6329.74

	Cantidad	Peso panel	Peso total
Carga viva (techo)	39.546	50	1977.3

CARGA MUERTA	6329.74	kg
CARGA VIVA	1977.3	kg

Anexos B - 2: Análisis y diseño de la cobertura metálica



PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

ACERO	Tigerales:	Fy = 36 KSI	λc = 7.85	Ec = 2E+06 kg/cm2
		Fu = 58 KSI	u = 0.3	
	Corrugado:	Fy = 4200 kg/cm2	λc = 7.85	Ec = 2E+06 kg/cm2
SOLDADURA	Electrodos:	Fexx = 60 KSI	(E60 XX - AWS)	
COBERTURA		Pu = 1.50 kg/m2	(catálogo del fabricante)	

DISEÑO DE TIGERALES

PRE-DIMENSIONAMIENTO

TIPOS DE CARGAS Identificando los tipos de carga que intervienen en la estructura:

CARGA MUERTA (D)

Cobertura (catálogo del fabricante)	D1 = 1.50 kg/m2
Estructura metálica (estimado a verificar)	D2 = 20.00 kg/m2
	WD = 21.50 kg/m2

CARGA VIVA DE TECHO (Lr)

NTP E.020	WLR = 50.00 kg/m²
-----------	-------------------------------------

CARGA DE VIENTO (W)

NTP E.020	V _h = 100.00 km/h	(Mapa Eolico del Peru, zona Puno)
	θ = 15.80%	= 9 ° = pendiente de la superficie, en grados (°)
	$P_h = 0.005 \times C_x \times V_h^2$	Donde: Ph = Presion o succion del viento a una altura "h" perpendicular a la superficie, para "h"<10m (kg/m2)
		C = Factor de forma adimensional (de tabla izquierda)(Signo positivo indica presion y el negativo succion)

θ °	barlovento	sotavento
menor a 15°	0.30	-0.60
	-0.70	

BARLOVENTO: Considerando presion en el Barlovento:	C= 0.30	$\rho_h = 15.00 \text{ kg/m}^2$
	C= -0.70	$\rho_h = -35.00 \text{ kg/m}^2$
SOTAVENTO: Se tiene succion en el Sotavento:	C= -0.60	$\rho_h = -30.00 \text{ kg/m}^2$

METRADO DE CARGAS: Calculando las cargas concentradas sobre los nudos de la brida superior:

METRADO DE CARGAS PARA LOS NUDOS P2

= ancho tributario entre tijerales (m) = **2.50** B = ancho tributario entre nudos de brida superior(m) = **1.30**

CARGA MUERTA (PD): $P_D = (W_D)(A)(B)$ **PD = 69.88 kg**

CARGA VIVA DE TECHO (PLr): $P_{Lr} = (W_{Lr})(A)(B)$ **PLr = 162.50 kg**

CARGA DE VIENTO (W): $P_W = (\rho_h)(A)(B)$

BARLOVENTO: Considerando **presion** en el Barlovento:
Descomponiendo esta fuerza en componentes rectangulares:
 $P_{Wx} = P_W \cdot \sin(\theta)$ y $P_{Wy} = P_W \cdot \cos(\theta)$
PWp-s = 48.75 kg
PWx = 20.09 kg
PWy = -44.42 kg

BARLOVENTO: Considerando **succion** en el Barlovento:
Descomponiendo esta fuerza en componentes rectangulares:
 $P_{Wx} = P_W \cdot \sin(\theta)$ y $P_{Wy} = P_W \cdot \cos(\theta)$
PWs-s = -113.75 kg
PWx = -46.88 kg
PWy = 103.64 kg

SOTAVENTO: Se tiene succion en el Sotavento:
Descomponiendo esta fuerza en componentes rectangulares:
 $P_{Wx} = P_W \cdot \sin(\theta)$ y $P_{Wy} = P_W \cdot \cos(\theta)$
PWs-s = -97.50 kg
PWx = -40.18 kg
PWy = 88.84 kg

CARGA DE LLUVIA (R) **PR = 150.00 kg**

METRADO DE CARGAS PARA LOS NUDOS P1

= ancho tributario entre tijerales (m) = **2.50** B = ancho tributario entre nudos de brida superior(m) = **0.60**

CARGA MUERTA (PD): $P_D = (W_D)(A)(B)$ **PD = 32.25 kg**

CARGA VIVA DE TECHO (PLr): $P_{Lr} = (W_{Lr})(A)(B)$ **PLr = 75.00 kg**

CARGA DE VIENTO (W): $P_W = (\rho_h)(A)(B)$

BARLOVENTO: Considerando **presion** en el Barlovento:
Descomponiendo esta fuerza en componentes rectangulares:
 $P_{Wx} = P_W \cdot \sin(\theta)$ y $P_{Wy} = P_W \cdot \cos(\theta)$
PWp-s = 22.50 kg
PWx = 9.27 kg
PWy = -20.50 kg

BARLOVENTO: Considerando **succion** en el Barlovento:
Descomponiendo esta fuerza en componentes rectangulares:
 $P_{Wx} = P_W \cdot \sin(\theta)$ y $P_{Wy} = P_W \cdot \cos(\theta)$
PWs-s = -52.50 kg
PWx = -21.64 kg
PWy = 47.83 kg

SOTAVENTO: Se tiene succión en el Sotavento:

Descomponiendo esta fuerza en componentes rectangulares:

$$P_{Wx} = P_W \cdot \sin(\theta) \quad \text{y} \quad P_{Wy} = P_W \cdot \cos(\theta)$$

PWs-s =	-45.00 kg
---------	-----------

PWx =	-18.55 kg
-------	-----------

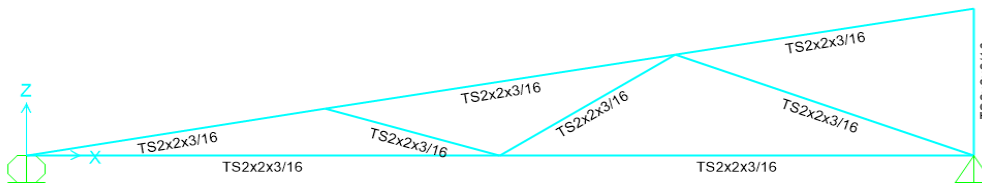
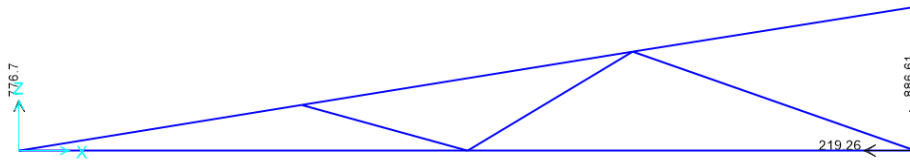
PWy =	41.00 kg
-------	----------

CARGA DE LLUVIA (R)

PR =	150.00 kg
------	-----------

COMBINACIONES DE CARGAS: ESPECIFICACION A-4.1 LRFD:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| COMB 01 : 1.4 D | D = CARGA MUERTA |
| COMB 02 : 1.2 D + 0.5 Lr | Lr = CARGA VIVA |
| COMB 03 : 1.2 D + 1.3 Wp-s + 0.5 Lr | Wp-s = CARGA DE VIENTO - BARLOVENTO |
| COMB 04 : 1.2 D + 1.3 Ws-s + 0.5 Lr | Ws-s = CARGA DE VIENTO - SOTAVENTO |
| COMB 05 : 0.9 D + 1.3 Wp-s | R = CARGA DE AGUA DE LLUVIA |
| COMB 06 : 0.9 D + 1.3 Ws-s | |
| COMB 07 : 1.2 D + 1.6 Wp-s + 0.8 Lr | |
| COMB 08 : 1.2 D + 1.6 Ws-s + 0.8 Lr | |
| COMB 09 : 1.2 D + 0.5 R | |
| COMB 10 : 1.2 D + 0.5 Lr + 0.5 R | |
- ENVOLVENTE: COMB 01 ++ COMB 10



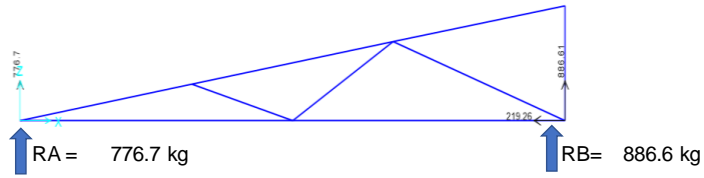
Tijeral principal

Descripción	Perfil estructural
Brida superior MS1	Tubo rectangular de 1"x2"x3/16
Brida inferior BI1	Tubo rectangular de 1"x2"x3/16
Diagonal D1	Tubo rectangular de 1"x2"x3/16

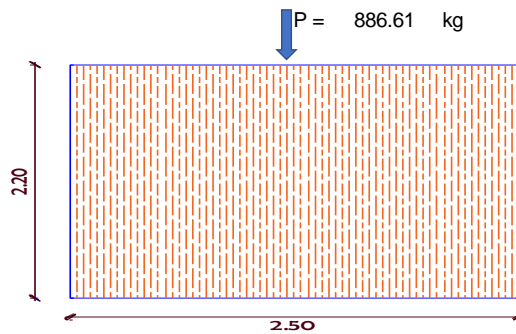
Anexos B - 3: Análisis de los muros de ferrocemento

ANÁLISIS DE LOS MUROS DE FERROCEMENTO

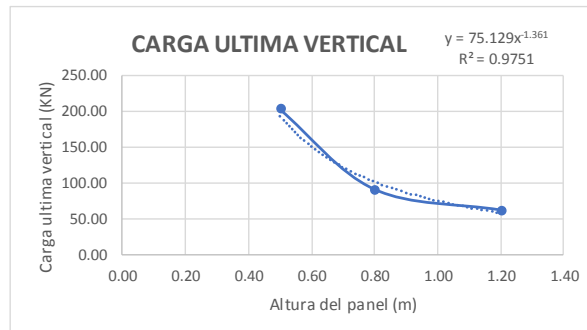
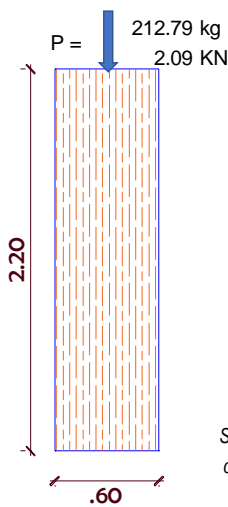
De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis y diseño de la armadura se obtuvo las siguientes reacciones para las combinaciones más críticas



De acuerdo al gráfico anterior tomamos la reacción más crítica y lo cargamos sobre la estructura de los paneles de ferrocemento



Distribuyendo la carga para cada panel y de acuerdo a los ensayos en el laboratorio de estructuras obtenemos:



Se realizó estudios con paneles de ferrocemento de las mismas características para las cargas máximas. Se puede observar el comportamiento decreciente de la carga con el incremento de la altura. Y se obtiene una ecuación para cada altura.

De acuerdo a esos resultados el panel de nuestro proyecto tiene una capacidad de resistencia de 25.69 KN y en el metro de cargas obtenemos una carga total de 2.09 KN el cual está completamente dentro de los límites.

$$y = 75.129x^{-1.361}$$

$$R^2 = 0.9751$$

ALTURA DEL PANEL	CARGA ÚLTIMA VERTICAL (KN)
0.5	192.98
1	75.13
1.5	43.27
2	29.25
2.2	25.69

Anexos B - 4: Análisis sísmico estático

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO DE UNA VIVIENDA ESTRUCTURADA CON FERROCEMENTO PARA LAS ZONAS RURALES DEL DISTRITO DE TARACO - PUNO

DATOS GENERALES:

ZONIFICACIÓN

De acuerdo a la zonificación sísmica el Distrito de Taraco se encuentra en la zona 2, al cual le corresponde el factor $Z=0.25$



$$Z = 0.25$$

FACTOR DE USO

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1. Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2. Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones, Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. 	1.5
	Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fabricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información	

B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

$$U = 1.00 \text{ Edificación comun (vivienda unifamiliar)}$$

FACTOR SUELO

Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte, entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa.

Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada.

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

$$S = 1.20 \quad \text{Zona sísmica 2 y Perfil tipo S2}$$

REGULARIDAD DE LA ESTRUCTURA

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R_x (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Para el siguiente caso consideramos las irregularidades en planta y altura igual a 1, debido a que la edificación propuesta en el estudio es de forma simétrica y rectangular.

$$R = 4.00 \quad \text{Considerando como muros de ductilidad limitada}$$

PERIODOS T_p Y T_l

	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_l (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

$$T_p = 0.60$$

$$T_l = 2.00$$

ALTURA VISIBLE DEL EDIFICIO

$$h_n = 2.80$$

COEFICIENTE DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

$$C_T = 60 \quad (\text{Muros de ductilidad limitada})$$

PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN

$$\begin{aligned} \text{CARGA VIVA} &= 1.98 \text{ Ton} \\ \text{CARGA MUERTA} &= 6.33 \text{ Ton} \end{aligned}$$

PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA

$$T = \frac{h_n}{C_t} \quad \longrightarrow \quad T = 0.05 < 0.40 \quad F_a = 0.00 \quad \text{Ok}$$

PESO SÍSMICO

Estimación del Peso (P)

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

RESUMEN	CM	CV	CS(100%CM +25%CV)	UND
TOTAL	6329.74	1977.30	6.82	Tn

FUERZA CORTANTE EN LA BASE

$$T < T_p \quad \Rightarrow \quad C = 2,5 \quad 2.50$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.125 \Rightarrow 0.63 \text{ Correcto} \quad V = \frac{ZUCS}{R} P_e \Rightarrow \boxed{V = 1.28 \text{ Ton}}$$

DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA POR ALTURA

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$
$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

en este caso por ser una edificación de un solo piso la fuerza sismica sera igual a la fuerza cortante en la base.

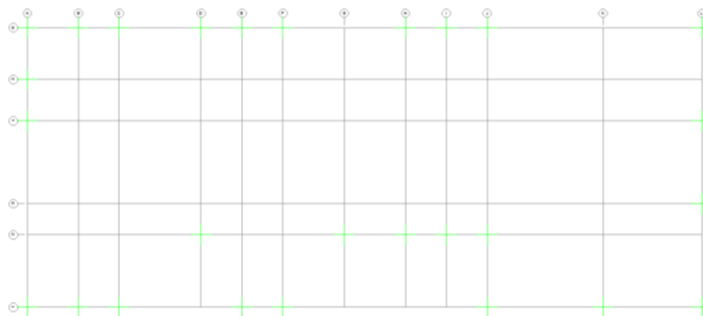
$$\boxed{F = 1.28 \text{ Ton}}$$

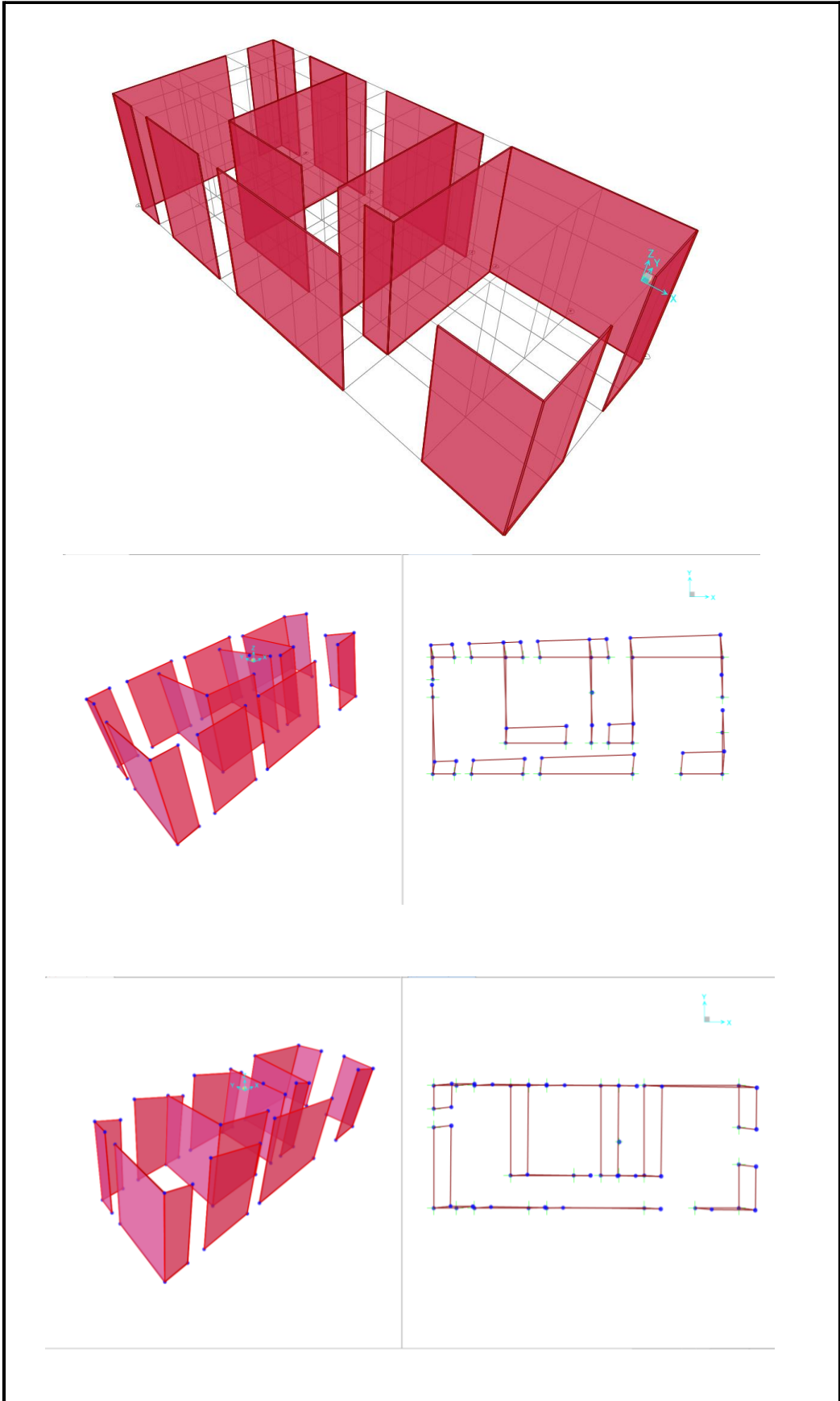
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL



$$e_x = 0.05 \cdot L_x = 0.51$$
$$e_y = 0.05 \cdot L_y = 0.20$$

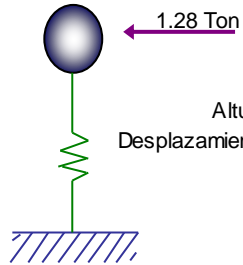
MODELAMIENTO EN EL PROGRAMA SAP2000





DESPLAZAMIENTO EN DIRECCIÓN X

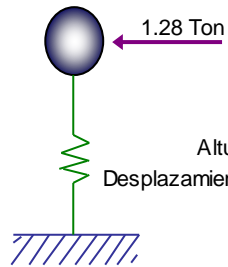
	1	2	3	4	PROMEDIO
Δ real	0.1491	0.1491	0.1372	0.1372	0.1432



Altura = 2.8 m
Desplazamiento = 5.11E-05 < 0.007 Si cumple

DESPLAZAMIENTO EN DIRECCION Y

	1	2	3	4	PROMEDIO
Δ real	0.1033	0.1909	0.1909	0.1033	0.1471



Altura = 2.8 m
Desplazamiento = 5.25E-05 < 0.007 Si cumple

Anexo C: Metrados

Anexos C - 1: Metrado especialidad de arquitectura

METRADO								
Construccion de una vivienda para las zonas rurales del Distrito de Taraco								
Arquitectura								
PARTIDA	ESPECIFICACIONES	UNID.	N VECES	MEDIDAS			RESULTADOS	
				ANCHO	LARGO	ALTURA	PARCIAL	TOTAL
07.00.00	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA							
07.01.00	MUROS DE LADRILLO CORRIENTE DE ARCILLA							68.62
07.01.02	Muro de ladrillo king kong mecanizado (soga) j=2cm						68.62	
8.00.00	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS							
8.01.00	TARRAJEO EN INTERIORES CON MORTERO 1:5	m2						92.84
			1		8.34	2.1	17.51	
			1		7.24	2.1	15.20	
			1		3.3	2.1	6.93	
			1		2.7	2.1	5.67	
			6		2.7	2.1	34.02	
			2		1.95	2.1	8.19	
			2		0.75	2.1	3.15	
	ventanas		6		0.6	0.6	2.16	
8.02.00	VESTIDURAS DE DERRAMES							
08.02.01	Vestiduras de Puertas	m						11.30
	P1		1		5.9		5.90	
	P2		1		5.4		5.40	
08.02.02	Vestiduras de Ventanas	m						24.00
			6		4		24.00	
09.00.00	CIELORASOS							
09.01.00	CIELORASOS (PLANCHAS GUPLAC O SIILAR)	m2						37.46
			1	3.75	9.99		37.46	
10.00.00	PISOS							
10.01.00	PISO DE CONCRETO							
10.01.01	Piso de concreto Coloreado, mezcla 1:4							
10.01.01.01	Piso de concreto Coloreado con acabado pulido	m2						37.46
			1	3.75	9.99		37.46	
11.00.00	PUERTAS Y VENTANAS							
11.01.00	PUERTAS							
18.01.01	Puertas de madera	und					3.00	
18.01.02	Puertas metalicas	und					2.00	
11.02.00	VENTANAS							
11.02.01	Instalacion de ventanas	p2						54.25
			6	0.6		1.4	54.25	
12.00.00	PINTURA							
12.01.00	MUROS							
12.01.01	Muros interiores al temple 2 manos	m2					92.84	92.84
12.01.02	Muros Exteriores al temple 2 manos	m2					47.48	47.48
13.00.00	INSTALACION DE ENERGIA ELECTRICA							
13.01.00	Instalacion de puntos de luz							
14.00.00	APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS							
14.01.00	TUBERIAS							
14.01.01	Instalacion general de tuberias							
14.02.00	INODOROS							
14.02.01	Inodoro Montecarlo Blanco Comercial	Pz	1				1.00	1.00
14.03.00	LAVATORIOS							
14.03.01	Lavatorio Sonnet 19 x 10 Blanco comercial	Pz	1				1.00	1.00
14.04.00	LAVADEROS DE COCINA							
14.04.01	Lavadero de Platos	Pz	1				1.00	1.00
14.05.00	DUCHAS							
14.05.01	Duchas Cromadas de cabeza giratoria	Pz	1				1.00	1.00
14.06.00	JABONERAS							
14.06.01	Jaboneras de losa blanca simple de 15x15	Pz	1				1.00	1.00
14.07.00	TOALLERAS							
14.07.01	Toallera con soporte de Losa y barra plástica	Pz	1				1.00	1.00
14.08.00	PAPELERAS							
14.08.01	Papelera de Losa de Color de 15x15	Pz	1				1.00	1.00

Anexos C - 2: Metrado especialidad de estructuras

METRADO								
Construcción de una vivienda para las zonas rurales del Distrito de Taraco								
Estructuras								
PARTIDA	ESPECIFICACIONES	UNID.	N VECES	MEDIDAS			RESULTADOS	
				ANCHO	LARGO	ALTURA	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.00	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES							
01.01.01	Almacén	Glb	1				1.00	1.00
01.02.00	INSTALACIONES PROVISIONALES							
01.02.01	Agua para la Construcción	Glb	1				1.00	1.00
01.02.02	Energía Eléctrica	Glb	1				1.00	1.00
02.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES							
02.01.00	LIMPIEZA DEL TERRENO							
02.01.01	Eliminación de basura y elementos sueltos livianos	m3	1	3.9	10.14	0.2	7.91	7.91
02.02.00	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO							
02.02.01	Trazos, Niveles y Replanteo Preliminar	m2	1	3.9	10.14		39.55	39.55
03.00.00	MOVIMIENTOS DE TIERRA							
03.01.00	EXCAVACIONES							
03.01.01	Excavación de Zanjas	m3						2.25
			2	0.4	10.14	0.2	1.62	
			2	0.4	3.9	0.2	0.62	
03.02.00	RELLENOS							
03.02.01	Relleno y compactado con material de préstamo	m3	1	3.9	10.14	0.2	7.91	7.91
03.02.02	Eliminación de material excedente	m3	1				0.27	0.27
04.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
04.01.00	CIMENTOS CORRIDOS 1:10 + 30% PG < 6"	m3						2.53
			2	0.3	10.14	0.3	1.83	
			2	0.3	3.9	0.3	0.70	
04.02.00	SOLADO PARA ZAPATAS	m2						0.54
			6	0.3	0.3		0.54	
04.03.00	SOBRECIMENTOS							
04.03.01	Concreto mezcla 1:8 + 25% de PM < 3"	m3						0.84
			2	0.15	10.14	0.2	0.61	
			2	0.15	3.9	0.2	0.23	
04.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2						5.62
			2		10.14	0.2	4.06	
			2		3.9	0.2	1.56	
05.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
05.01.00	ZAPATAS							
05.01.01	Concreto en zapatas $f_c=175$ kg/cm ²	m3						0.11
			6	0.3	0.3	0.2	0.11	
05.01.02	Acero en zapatas	Kg.						12.00
							12.00	
06.00.00	FERROCEMENTO							
06.01.00	Apoyo provisional de muros exteriores	m2						78.62
			2		10.14	2.8	56.78	
			2		3.9	2.8	21.84	
06.02.00	Colocación de paneles exteriores	und						55.00
	PANEL TIPO 01		44				44.00	
	PANEL TIPO 02		5				5.00	
	VENTANA TIPO 01		5				5.00	
	VENTANA TIPO 02		1				1.00	
06.03.00	Instalación de aislamiento térmico	und						55.00
	PANEL TIPO 01		44				44.00	
	PANEL TIPO 02		5				5.00	
	VENTANA TIPO 01		5				5.00	
	VENTANA TIPO 02		1				1.00	
06.04.00	Colocación de paneles interiores	und						55.00
	PANEL TIPO 01		44				44.00	
	PANEL TIPO 02		5				5.00	
	VENTANA TIPO 01		5				5.00	

	VENTANA TIPO 02		1				1.00	
06.05.00	COLUMNETAS Y VIGAS							
06.05.01	Conformacion de columnetas	m3						0.42
			2	0.1	10.14	0.15	0.30	
			2	0.1	3.9	0.15	0.12	
06.05.02	Conformacion de vigas de amarre	m3						1.38
	ESQUINAS		8	AREA	0.025	2.8	0.56	
	CENTRALES		42		0.007	2.8	0.82	
07.00.00	ESTRUCTURAS METALICAS Y COBERTURA							
07.01.00	ESTRUCTURAS METALICAS							
07.01.01	Armadura principal tipo T-102	Und	5				5.00	5.00
07.01.02	Montaje de armaduras	Und	10				10.00	10.00
07.01.03	Correas de tubo LAC de 4"x2"x1/4"	MI	4				4.00	4.00
07.02.00	COBERTURAS							
07.02.01	cobertura con planchas de calaminon thermoacustica	m2	1	5.1	11.25		57.38	57.38
07.02.02	canaleta de evacuacion semicircular de plancha galvanizada	MI	1		11.25		11.25	11.25

Anexo D. Análisis de costos unitarios

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Partida: 01.01.01 Almacén					Costo unitario S/= 50.00	
Rendimiento	Glb/día	MO = 1	EQ = 1	Jomada = 8 horas/día		
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Materiales						50.00
Instalación de almacén	GLB		1.0000	50.00	50.00	
Partida: 01.02.01 Agua para la construcción					Costo unitario S/= 150.00	
Rendimiento	Glb/día	MO = 1	EQ = 1	Jomada = 8 horas/día		
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Materiales						150.00
Instalación de agua para la construcción	GLB		1.0000	150.00	150.00	
Partida: 01.02.02 Energía eléctrica					Costo unitario S/= 40.00	
Rendimiento	Glb/día	MO = 1	EQ = 1	Jomada = 8 horas/día		
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Materiales						40.00
Instalación provisional de electricidad para la obra	GLB		1.0000	40.00	40.00	
Partida: 02.01.01 Eliminación de basura y elementos sueltos livianos					Costo unitario S/= 0.41	
Rendimiento	m2/día	MO = 200	EQ = 100	Jomada = 8 horas/día		
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Mano de obra						0.40
Peón	HH	2	0.0800	5.00	0.40	
Equipos						0.01
Herramientas	%MO		3.0000	0.40	0.01	
Partida: 02.02.01 Trazos, Niveles y replanteo preliminar					Costo unitario = 0.89	
Rendimiento	m2/día	MO = 400	EQ = 400	Jomada = 8 horas/día		
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Mano de obra						0.52
Topógrafo	HH	1	0.0200	8.50	0.17	
Operario	HH	1	0.0200	7.50	0.15	
Peón	HH	2	0.0400	5.00	0.2	
Materiales						0.16
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0050	4.80	0.02	
Yeso en bolsas de 25 kg	Bol		0.0050	9.70	0.05	
Madera aguano	p2		0.0200	4.50	0.09	
Equipos						0.21
Herramientas manuales	%MO		3.0000	0.52	0.02	
Teodolito	hm	1	0.0200	5.00	0.10	
Nivel topográfico	hm	1	0.0200	4.00	0.08	
Mira topográfico de 4m	hm	1	0.0200	0.50	0.01	
Partida: 03.01.01 Excavación de Zanjas					Costo unitario = 16.48	
Rendimiento	m3/día	MO = 2.5	EQ = 2.5	Jomada = 8 horas/día		
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Mano de obra						16.00
Peón	HH	1	3.2000	5.00	16	
Equipos						0.48
Herramientas manuales	%MO		3.0000	16.00	0.48	
Partida: 03.02.01 Relleno y compactado con material de préstamo					Costo unitario = 29.03	
Rendimiento	m3/día	MO = 6	EQ = 6	Jomada = 8 horas/día		
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Mano de obra						16.67
Operario de equipo liviano	HH	1	1.3333	7.50	10.00	
Peón	HH	1	1.3333	5.00	6.67	
Materiales						1.20
Gasolina 84 octanos	kg		0.1200	10.00	1.20	
Equipos						11.17
Herramientas manuales	%MO		3.0000	16.67	0.50	
Compactador vibr. Tipo plancha de 4hp	hm	1	1.3333	8.00	10.67	

Partida:	03.02.02 Eliminacion de material excedente				Costo unitario=	0.23
Rendimiento	m3/dia	MO = 180	EQ= 180	Jornada = 8 horas/dia		
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Mano de obra					0.22	
Peón	HH	1	0.0444	5.00	0.22	
Equipos					0.01	
Herramientas manuales	%MO		3.0000	0.22	0.01	

Partida:	04.01.00 Cimiento corrido 1:10+30%PG				Costo unitario=	122.48
Rendimiento	m3/dia	MO = 25	EQ= 25	Jornada = 8 horas/dia		
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Mano de obra					14.80	
Operario de equipo liviano	HH	1	0.3200	7.50	2.40	
Operario	HH	1	0.3200	7.50	2.40	
Oficial	HH	2	0.6400	5.63	3.60	
Peón	HH	4	1.2800	5.00	6.40	
Materiales					104.41	
Piedra grande 70%	m3		0.5000	30.00	15.00	
Cemento portland tipo 1P (42.5 kg)	bol		2.9000	22.50	65.25	
Gasolina 84 octanos	gln		0.0600	10.00	0.60	
Hormigon	m3		0.8300	28.00	23.24	
Agua	m3		0.1620	2.00	0.32	
Equipos					3.26	
Herramientas manuales	%MO		3.0000	14.80	0.44	
Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1	0.3200	8.80	2.82	

Partida:	04.02.00 Solado de zapatas				Costo unitario=	24.35
Rendimiento	m2/dia	MO = 80	EQ= 80	Jornada = 8 horas/dia		
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Mano de obra					3.06	
Operario de equipo liviano	HH	1	0.1000	7.50	0.75	
Operario	HH	1	0.1000	7.50	0.75	
Oficial	HH	1	0.1000	5.63	0.56	
Peón	HH	2	0.2000	5.00	1.00	
Materiales					20.32	
Cemento portland tipo 1P (42.5 kg)	bol		0.7500	22.50	16.88	
Gasolina 84 octanos	gln		0.0600	10.00	0.60	
Hormigon	m3		0.0900	28.00	2.52	
Agua	m3		0.1620	2.00	0.32	
Equipos					0.97	
Herramientas manuales	%MO		3.0000	3.06	0.09	
Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1	0.1000	8.80	0.88	

Partida:	04.03.01 Sobrecimientos: Concreto mezcla 1:8 + 25% de PM<6"				Costo unitario=	168.13
Rendimiento	m3/dia	MO = 11	EQ= 10	Jornada = 8 horas/dia		
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Mano de obra					40.92	
Operario de equipo liviano	HH	1	0.7273	7.50	5.45	
Operario	HH	1	0.7273	7.50	5.45	
Oficial	HH	2	1.4545	5.63	8.19	
Peón	HH	6	4.3636	5.00	21.82	
Materiales					118.95	
Piedra mediana	m3		0.42	25.00	10.50	
Cemento portland tipo 1P (42.5 kg)	bol		3.7000	22.50	83.25	
Gasolina 84 octanos	gln		0.1200	10.00	1.20	
Hormigon	m3		0.8500	28.00	23.80	
Agua	m3		0.1000	2.00	0.20	
Equipos					8.27	
Herramientas manuales	%MO		3.0000	40.92	1.23	
Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1	0.8000	8.80	7.04	

Partida:	04.03.02 Sobrecimientos: Encofrado y desencofrado				Costo unitario=	36.49
Rendimiento	m2/dia	MO = 12	EQ= 12	Jornada = 8 horas/dia		
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL	
Mano de obra					12.09	
Operario	HH	1	0.6667	7.50	5.00	
Oficial	HH	1	0.6667	5.63	3.75	
Peón	HH	1	0.6667	5.00	3.33	

Materiales					24.04
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.13	4.80	0.62
Alambre negro N° 8	kg		0.2600	4.80	1.25
Madera aguano	p2		4.8300	4.50	21.74
Petroleo	gln		0.0417	10.50	0.44
Equipos					0.36
Herramientas manuales	%MO		3.0000	12.09	0.36

Partida:	05.01.01 Zapatas: Concreto f'c=210 kg/cm2	Costo unitario=	264.75		
Rendimiento	m3/dia	MO = 20	EQ= 20		
			Jornada = 8 horas/dia		
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					22.50
Operario de equipo liviano	HH	1	0.4000	7.50	3.00
Operario	HH	1	0.4000	7.50	3.00
Oficial	HH	2	0.8000	5.63	4.50
Peón	HH	6	2.4000	5.00	12.00
Materiales					238.02
Agregado fino	m3		0.5000	40.00	20.00
Agregado grueso	m3		0.4500	40.00	18.00
Cemento portland tipo 1P (42.5 kg)	bol		8.8200	22.50	198.45
Gasolina 84 octanos	gln		0.1200	10.00	1.20
Agua	m3		0.1850	2.00	0.37
Equipos					4.22
Herramientas manuales	%MO		3.0000	22.50	0.68
Vibrador de concreto 4HP 2.4"	hm	1	0.4000	6.60	0.03
Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1	0.4000	8.80	3.52

Partida:	05.01.02 Zapatas: Acero grado 60 fy=4200 kg/cm2	Costo unitario=	4.26		
Rendimiento	kg/dia	MO = 250	EQ= 250		
			Jornada = 8 horas/dia		
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					0.42
Operario	HH	1	0.0320	7.50	0.24
Oficial	HH	1	0.0320	5.63	0.18
Materiales					3.80
Alambre negro N° 16	kg		0.0400	4.80	0.19
Fierro corrugado grado 60	kg		1.0300	3.50	3.61
Equipos					0.04
Cizalla de palanca	und		0.0001	280.00	0.03
Herramientas manuales	%MO		3.0000	0.42	0.01

Partida:	05.02.01 Columnas: Concreto f'c=210 kg/cm2	Costo unitario=	301.22		
Rendimiento	m3/dia	MO = 10	EQ= 10		
			Jornada = 8 horas/dia		
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					45.01
Operario de equipo liviano	HH	1	0.8000	7.50	6.00
Operario	HH	1	0.8000	7.50	6.00
Oficial	HH	2	1.6000	5.63	9.01
Peón	HH	6	4.8000	5.00	24.00
Materiales					251.32
Agregado fino	m3		0.5000	40.00	20.00
Agregado grueso	m3		0.7500	40.00	30.00
Cemento portland tipo 1P (42.5 kg)	bol		8.8200	22.50	198.45
Gasolina 84 octanos	gln		0.2500	10.00	2.50
Agua	m3		0.1850	2.00	0.37
Equipos					4.90
Herramientas manuales	%MO		3.0000	45.01	1.35
Vibrador de concreto 4HP 2.4"	hm	1	0.4000	6.60	0.03
Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1	0.4000	8.80	3.52

Partida:	05.02.02 Columnas: Encofrado y desencofrado	Costo unitario=	36.08		
Rendimiento	m2/dia	MO = 10	EQ= 10		
			Jornada = 8 horas/dia		
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					14.50
Operario	HH	1	0.8000	7.50	6.00
Oficial	HH	1	0.8000	5.63	4.50
Peón	HH	1	0.8000	5.00	4.00
Materiales					21.14
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.1700	4.80	0.82
Alambre negro N° 8	kg		0.3000	4.80	1.44
Madera aguano	p2		4.1000	4.50	18.45

Petroleo	gln		0.0417	10.50	0.44
Equipos					0.44
Herramientas manuales	%MO		3.0000	14.50	0.44

Partida:	05.02.03	Columnas: Acero grado 60 fy=4200 kg/cm2	Costo unitario=		4.26
Rendimiento	kg/dia	MO = 250	EQ= 250	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					0.42
Operario	HH	1	0.0320	7.50	0.24
Oficial	HH	1	0.0320	5.63	0.18
Materiales					3.80
Alambre negro N° 16	kg		0.0400	4.80	0.19
Fierro corrugado grado 60	kg		1.0300	3.50	3.61
Equipos					0.05
Cizalla de palanca	und		0.0001	280.00	0.03
Cizalla manual	und		0.0001	50.00	0.01
Herramientas manuales	%MO		3.0000	0.42	0.01

Partida:	05.03.01	Vigas: Concreto f'c=210 kg/cm2	Costo unitario=		284.73
Rendimiento	m3/dia	MO = 16	EQ= 16	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					28.13
Operario de equipo liviano	HH	1	0.5000	7.50	3.75
Operario	HH	1	0.5000	7.50	3.75
Oficial	HH	2	1.0000	5.63	5.63
Peón	HH	6	3.0000	5.00	15.00
Materiales					251.32
Agregado fino	m3		0.5000	40.00	20.00
Agregado grueso	m3		0.7500	40.00	30.00
Cemento portland tipo 1P (42.5 kg)	bol		8.8200	22.50	198.45
Gasolina 84 octanos	gln		0.2500	10.00	2.50
Agua	m3		0.1850	2.00	0.37
Equipos					5.28
Herramientas manuales	%MO		3.0000	28.13	0.84
Vibrador de concreto 4HP 2.4"	hm	1	0.5000	6.60	0.03
Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1	0.5000	8.80	4.40

Partida:	05.03.02	Columnas: Encofrado y desencofrado	Costo unitario=		46.63
Rendimiento	m2/dia	MO = 9	EQ= 9	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					16.12
Operario	HH	1	0.8889	7.50	6.67
Oficial	HH	1	0.8889	5.63	5.00
Peón	HH	1	0.8889	5.00	4.44
Materiales					29.14
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.2400	4.80	1.15
Alambre negro N° 8	kg		0.3500	4.80	1.68
Madera aguano	p2		5.7500	4.50	25.88
Petroleo	gln		0.0417	10.50	0.44
Equipos					1.37
Sierra circular	hm	0.5	0.4444	2.00	0.89
Herramientas manuales	%MO		3.0000	16.12	0.48

Partida:	05.03.03	Vigas: Acero grado 60 fy=4200 kg/cm2	Costo unitario=		4.23
Rendimiento	kg/dia	MO = 250	EQ= 250	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					0.42
Operario	HH	1	0.0320	7.50	0.24
Oficial	HH	1	0.0320	5.63	0.18
Materiales					3.80
Alambre negro N° 16	kg		0.0400	4.80	0.19
Fierro corrugado grado 60	kg		1.0300	3.50	3.61
Equipos					0.02
Cizalla manual	und		0.0001	50.00	0.01
Herramientas manuales	%MO		3.0000	0.42	0.01

Partida:	06.01.01	Armadura principal	Costo unitario=		235.69
Rendimiento	Und/dia	MO = 6	EQ= 6	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL

Mano de obra					46.26
Operario	HH	1.5	2.0000	7.50	15.00
Oficial	HH	1.5	2.0000	5.63	11.26
Peón	HH	3	4.0000	5.00	20.00
Materiales					167.71
Thiner estándar	gln		0.2500	18.60	4.65
Disco de desbaste 1/4 x 7/8 x 7"	pza		0.0026	25.50	0.07
Soldadura cellocord p 3/16"	kg		0.2500	16.90	4.23
Lija #100 para fierro	und		1.0000	2.10	2.10
Lija #80 para fierro	und		1.8200	1.50	2.73
Tubo LAC mecanico 2"x2", L=6m, E=3/16	pza		1.8100	80.00	144.80
Acondicionador para metal	gln		0.0016	60.00	0.10
Pintura anticorrosiva	gln		0.0910	40.00	3.64
Pintura smalte	gln		0.0800	67.50	5.40
Equipos					21.72
Motosoldadora de 250 amperios	hm	0.5	0.6667	18.00	12.00
Compresora	hm	0.5	0.6667	12.50	8.33
Herramientas manuales	%MO		3.0000	46.26	1.39

Partida:	06.01.02	Montaje de armaduras	Costo unitario=	47.00	
Rendimiento	Und/dia	MO = 8	EQ= 8	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					45.63
Operario	HH	2	2.0000	7.50	15.00
Oficial	HH	1	1.0000	5.63	5.63
Peón	HH	5	5.0000	5.00	25.00
Equipos					1.37
Herramientas manuales	%MO		3.0000	45.63	1.37

Partida:	06.01.03	Correa de tubo LAC 2"x2", L=6m, E=3/16	Costo unitario=	20.38	
Rendimiento	m/dia	MO = 60	EQ= 60	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					1.75
Operario	HH	1	0.1333	7.50	1.00
Oficial	HH	1	0.1333	5.63	0.75
Materiales					16.54
Thiner estándar	gln		0.0020	18.60	0.04
Disco de desbaste 1/4 x 7/8 x 7"	pza		0.0250	25.50	0.64
Soldadura cellocord p 3/16"	kg		0.0450	16.90	0.76
Lija #100 para fierro	und		0.0600	2.10	0.13
Lija #80 para fierro	und		0.1200	1.50	0.18
Tubo LAC mecanico 2"x2", L=6m, E=3/16	pza		0.1670	80.00	13.36
Pintura anticorrosiva	gln		0.0150	40.00	0.60
Pintura smalte	gln		0.0125	67.50	0.84
Equipos					2.09
Motosoldadora de 250 amperios	hm	0.5	0.0667	18.00	1.20
Compresora	hm	0.5	0.0667	12.50	0.83
Herramientas manuales	%MO		3.0000	1.75	0.05

Partida:	06.02.01	Cobertura con planchas de calamina	Costo unitario=	6.90	
Rendimiento	m2/dia	MO = 35	EQ= 35	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					3.57
Operario	HH	1	0.2286	7.50	1.71
Oficial	HH	1	0.2286	5.63	1.29
Peón	HH	0.5	0.1143	5.00	0.57
Materiales					3.23
Tornillo auto perforante con protector plastico	gln		6.0000	0.50	3.00
Calamina E=0.40 mm	m2		0.0250	9.00	0.23
Equipos					0.11
Herramientas manuales	%MO		3.0000	3.57	0.11

Partida:	06.02.02	Canaleta de evacuacion semicircular de plancha galvanizada	Costo unitario=	11.49	
Rendimiento	m/dia	MO = 20	EQ= 20	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					3.00
Operario	HH	1	0.4000	7.50	3.00
Materiales					8.40
Canaleta de plancha galvanizada	m		1.0500	8.00	8.40
Equipos					0.09

Herramientas manuales	%MO		3.0000	3.00	0.09
Partida: 07.01.02 Muro de ladrillo king kong mecanizado (soga) j=2cm				Costo unitario= 62.48	
Rendimiento	m2/dia	MO = 10	EQ= 9	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					10.00
Operario	HH	1	0.8000	7.50	6.00
Peón	HH	1	0.8000	5.00	4.00
Materiales					52.18
Arena gruesa	m3		0.0322	40.00	1.29
Ladrillo king kong mecanizado 10x14x24 cm	und		35.0000	1.30	45.50
Cemento portland tipo 1P (42.5kg)	bol		0.2300	22.50	5.18
Andamio metalico	jgo		0.0004	300.00	0.12
Agua	m3		0.0500	2.00	0.10
Equipos					0.30
Herramientas manuales	%MO		3.0000	10.00	0.30
Partida: 08.01.00 Tarrajeo en interiores con mortero 1:5				Costo unitario= 13.08	
Rendimiento	m2/dia	MO = 12	EQ= 12	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					6.67
Operario	HH	1	0.6667	7.50	5.00
Peón	HH	0.5	0.3333	5.00	1.67
Materiales					6.21
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0220	4.80	0.11
Arena fina	m3		0.0210	50.00	1.05
Cemento portland tipo 1P (42.5kg)	bol		0.2200	22.50	4.95
Andamio metalico	jgo		0.0002	300.00	0.06
Agua	m3		0.0100	2.00	0.02
Regla de tubo electrosoldado dde 2"x1"	m3		0.0050	5.00	0.03
Equipos					0.20
Herramientas manuales	%MO		3.0000	6.67	0.20
Partida: 08.02.00 Tarrajeo en exteriores con mortero 1:5				Costo unitario= 17.36	
Rendimiento	m2/dia	MO = 10	EQ= 10	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					10.00
Operario	HH	1	0.8000	7.50	6.00
Peón	HH	1	0.8000	5.00	4.00
Materiales					7.06
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0220	4.80	0.11
Arena fina	m3		0.0210	50.00	1.05
Cemento portland tipo 1P (42.5kg)	bol		0.2200	22.50	4.95
Andamio metalico	jgo		0.0030	300.00	0.90
Agua	m3		0.0150	2.00	0.03
Regla de tubo electrosoldado dde 2"x1"	m3		0.0050	5.00	0.03
Equipos					0.30
Herramientas manuales	%MO		3.0000	10.00	0.30
Partida: 08.03.01 Tarrajeo de columnas: Tarrajeo de superficie con mezcla 1:5				Costo unitario= 17.21	
Rendimiento	m2/dia	MO = 7.5	EQ= 7.5	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					10.67
Operario	HH	1	1.0667	7.50	8.00
Peón	HH	0.5	0.5333	5.00	2.67
Materiales					6.22
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0220	4.80	0.11
Arena fina	m3		0.0210	50.00	1.05
Cemento portland tipo 1P (42.5kg)	bol		0.2200	22.50	4.95
Andamio metalico	jgo		0.0002	300.00	0.06
Agua	m3		0.0150	2.00	0.03
Regla de tubo electrosoldado dde 2"x1"	m3		0.0050	5.00	0.03
Equipos					0.32
Herramientas manuales	%MO		3.0000	10.67	0.32
Partida: 08.04.01 Tarrajeo de vigas: Tarrajeo de superficie con mezcla 1:5				Costo unitario= 19.98	
Rendimiento	m2/dia	MO = 6	EQ= 6	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					13.33

Operario	HH	1	1.3333	7.50	10.00
Peón	HH	0.5	0.6667	5.00	3.33
Materiales					6.24
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.1000	4.80	0.48
Arena fina	m3		0.0220	50.00	1.10
Cemento portland tipo 1P (42.5kg)	bol		0.2000	22.50	4.50
Andamio metalico	jgo		0.0003	300.00	0.09
Agua	m3		0.0180	2.00	0.04
Regla de tubo electrosoldado dde 2"x1"	m3		0.0075	5.00	0.04
Equipos					0.40
Herramientas manuales	%MO		3.0000	13.33	0.40

Partida: 08.05.01 Vestidura de derrames: Vestidura de puertas Costo unitario= 5.48

Rendimiento m2/dia MO = 16 EQ= 16 Jornada = 8 horas/dia

Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					4.58
Operario	HH	1	0.5000	7.50	3.75
Peón	HH	0.33	0.1650	5.00	0.83
Materiales					0.77
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0060	4.80	0.03
Arena fina	m3		0.0032	50.00	0.16
Cemento portland tipo 1P (42.5kg)	bol		0.0222	22.50	0.50
Andamio metalico	jgo		0.0001	300.00	0.03
Agua	m3		0.0180	2.00	0.04
Regla de tubo electrosoldado dde 2"x1"	m3		0.0025	5.00	0.01
Equipos					0.14
Herramientas manuales	%MO		3.0000	4.58	0.14

Partida: 08.05.01 Vestidura de derrames: Vestidura de ventanas Costo unitario= 5.48

Rendimiento m2/dia MO = 16 EQ= 16 Jornada = 8 horas/dia

Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					4.58
Operario	HH	1	0.5000	7.50	3.75
Peón	HH	0.33	0.1650	5.00	0.83
Materiales					0.77
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0060	4.80	0.03
Arena fina	m3		0.0032	50.00	0.16
Cemento portland tipo 1P (42.5kg)	bol		0.0222	22.50	0.50
Andamio metalico	jgo		0.0001	300.00	0.03
Agua	m3		0.0180	2.00	0.04
Regla de tubo electrosoldado dde 2"x1"	m3		0.0025	5.00	0.01
Equipos					0.14
Herramientas manuales	%MO		3.0000	4.58	0.14

Partida: 09.01.00 Cielo raso (planchas gyploc o similar) Costo unitario= 44.69

Rendimiento m2/dia MO = 15 EQ= 15 Jornada = 8 horas/dia

Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					6.67
Operario	HH	1	0.5333	7.50	4.00
Peón	HH	1	0.5333	5.00	2.67
Materiales					37.82
Cielo raso tipo Dry Wall (Suministro y colocacion)	m2		1.0000	37.82	37.82
Equipos					0.20
Herramientas manuales	%MO		3.0000	6.67	0.20

Partida: 10.01.01.01 Piso de concreto coloreado con acabado pulido Costo unitario= 26.05

Rendimiento m2/dia MO = 60 EQ= 60 Jornada = 8 horas/dia

Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					5.67
Operario de equipo liviano	HH	1	0.1333	7.50	1.00
Operario	HH	2	0.2667	7.50	2.00
Peón	HH	4	0.5333	5.00	2.67
Materiales					15.82
Arena fina	m3		0.0100	40.00	0.40
Arena gruesa	m3		0.0650	40.00	2.60
Cemento portland tipo 1P (42.5 kg)	bol		0.5500	22.50	12.38
Gasolina 84 octanos	gln		0.0300	10.00	0.30
Agua	m3		0.0700	2.00	0.14
Equipos					4.57
Herramientas manuales	%MO		3.0000	5.67	0.17

Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1	0.5000	8.80	4.40
Partida: 11.01.01 Puertas de madera				Costo unitario= 335.75	
Rendimiento	Und/día	MO = 4	EQ= 4	Jornada = 8 horas/día	
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					25.00
Operario	HH	1	2.0000	7.50	15.00
Peón	HH	1	2.0000	5.00	10.00
Materiales					310.00
Puerta de madera	Und		1.0000	310.00	310.00
Equipos					0.75
Herramientas manuales	%MO		3.0000	25.00	0.75
Partida: 11.01.02 Puertas metalicas				Costo unitario= 469.33	
Rendimiento	Und/día	MO = 3	EQ= 3	Jornada = 8 horas/día	
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					33.33
Operario	HH	1	2.6667	7.50	20.00
Peón	HH	1	2.6667	5.00	13.33
Materiales					435.00
Puerta de madera	Und		1.0000	435.00	435.00
Equipos					1.00
Herramientas manuales	%MO		3.0000	33.33	1.00
Partida: 11.02.01 Instalacion de ventanas				Costo unitario= 7.35	
Rendimiento	pie2/día	MO = 50	EQ= 50	Jornada = 8 horas/día	
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					7.35
Vidrios semidoble (incluye accesorio y colocacion)	p2		1.0500	7.00	7.35
Partida: 12.01.01 Muros interiores al temple 2 manos				Costo unitario= 6.52	
Rendimiento	m2/día	MO = 35	EQ= 40	Jornada = 8 horas/día	
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					4.14
Operario	HH	1	0.2286	7.50	1.71
Oficial	HH	1	0.2286	5.63	1.29
Peón	HH	1	0.2286	5.00	1.14
Materiales					2.25
Lija # 6	m		0.0100	8.00	0.08
Pintura latez tipo 2	gln		0.0400	28.00	1.12
Pintura imprimante para exteriores	gln		0.0450	22.00	0.99
Pasta mural para interiores	gln		0.0025	25.00	0.06
Equipos					0.12
Herramientas manuales	%MO		3.0000	4.14	0.12
Partida: 12.01.02 Muros exteriores al temple 2 manos				Costo unitario= 12.05	
Rendimiento	m2/día	MO = 30	EQ= 30	Jornada = 8 horas/día	
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					4.83
Operario	HH	1	0.2667	7.50	2.00
Oficial	HH	1	0.2667	5.63	1.50
Peón	HH	1	0.2667	5.00	1.33
Materiales					7.07
Lija # 6	m		0.0100	8.00	0.08
Pintura latez tipo 1	gln		0.0360	55.00	1.98
Pintura imprimante para muros exteriores	gln		0.0450	110.00	4.95
Pasta mural	gln		0.0025	25.00	0.06
Equipos					0.15
Herramientas manuales	%MO		3.0000	4.83	0.15
Partida: 13.01.00 Instalacione puntos de luz				Costo unitario= 280.00	
Rendimiento	Glb/día	MO = 1	EQ= 1	Jornada = 8 horas/día	
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					280.00
Instalacion de energia electrica por ambientes	Glb		1.0000	280.00	280.00
Partida: 14.01.01 Instalacion general de tuberias				Costo unitario= 320.00	
Rendimiento	Glb/día	MO = 1	EQ= 1	Jornada = 8 horas/día	

Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					320.00
Instalacion de energia electrica por ambientes	Glb		1.0000	320.00	320.00
Partida: 14.02.01 Inodoro blanco comercial				Costo unitario=	120.00
Rendimiento	Pza/dia	MO = 1	EQ= 1	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					120.00
Inodoro blanco comercial (Incluye instalacion)	pza		1.0000	120.00	120.00
Partida: 14.03.01 Lavatorio Sonnet 19 x 10 Blanco comercial				Costo unitario=	210.00
Rendimiento	Pza/dia	MO = 1	EQ= 1	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					210.00
Lavatorio Sonnet (Incluye instalacion)	pza		1.0000	210.00	210.00
Partida: 14.04.01 Lavadero de platos				Costo unitario=	216.00
Rendimiento	Pza/dia	MO = 1	EQ= 1	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					216.00
Lavatorio Sonnet (Incluye instalacion)	pza		1.0000	216.00	216.00
Partida: 14.05.01 Duchas Cromadas de cabeza giratoria				Costo unitario=	55.00
Rendimiento	Pza/dia	MO = 1	EQ= 1	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					55.00
Ducha (Incluye instalacion)	pza		1.0000	55.00	55.00
Partida: 14.06.01 Jaboneras de losa blanca simple de 15x15				Costo unitario=	9.50
Rendimiento	Pza/dia	MO = 1	EQ= 1	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					9.50
Jabonera (Incluye instalacion)	pza		1.0000	9.50	9.50
Partida: 14.07.01 Toallera con soporte de Losa y barra plástica				Costo unitario=	9.00
Rendimiento	Pza/dia	MO = 1	EQ= 1	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					9.00
Toallera (Incluye instalacion)	pza		1.0000	9.00	9.00
Partida: 14.08.01 Papelera de Losa de Color de 15x15				Costo unitario=	8.50
Rendimiento	Pza/dia	MO = 1	EQ= 1	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Materiales					8.50
Papelera (Incluye instalacion)	pza		1.0000	8.50	8.50

PRINCIPALES PARTIDAS DISTINTAS EN FERROCEMENTO

Partida: 06.01.00 Apoyo provisional de muros exteriores				Costo unitario=	19.91
Rendimiento	m2/dia	MO = 50	EQ= 50	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					4.50
Operario	HH	1	0.1600	7.50	1.20
Oficial	HH	1	0.1600	5.63	0.90
Peón	HH	3	0.4800	5.00	2.40
Materiales					15.28
Clavos para madera C/C 3"	kg		0.1700	4.80	0.82
Alambre negro N° 8	kg		0.2000	4.80	0.96
Madera aguano	p2		3.0000	4.50	13.50
Equipos					0.14
Herramientas manuales	%MO		3.0000	4.50	0.14
Partida: 06.02.00 Colocacion de paneles exteriores				Costo unitario=	38.78
Rendimiento	und/dia	MO = 30	EQ= 30	Jornada = 8 horas/dia	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL

Mano de obra					7.50
Operario	HH	1	0.2667	7.50	2.00
Oficial	HH	1	0.2667	5.63	1.50
Peón	HH	3	0.8000	5.00	4.00
Materiales					31.06
Malla de gallinero	ml		2.8000	3.50	9.80
Encofrado	m2		1.4000	4.50	6.30
Cemento	bols		0.5900	22.50	13.28
Agregado fino	m3		0.0420	40.00	1.68
Equipos					0.23
Herramientas manuales	%MO		3.0000	7.50	0.23

Partida:	06.03.00	Instalacion de aislamiento termico	Costo unitario=	9.31	
Rendimiento	und/día	MO = 30	EQ= 30	Jornada = 8 horas/día	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					3.33
Operario	HH	1	0.2667	7.50	2.00
Peón	HH	1	0.2667	5.00	1.33
Materiales					5.88
tecnopor	m2		1.6800	3.50	5.88
Equipos					0.10
Herramientas manuales	%MO		3.0000	3.33	0.10

Partida:	06.04.00	Colocacion de paneles interiores	Costo unitario=	36.33	
Rendimiento	und/día	MO = 30	EQ= 30	Jornada = 8 horas/día	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					7.50
Operario	HH	1	0.2667	7.50	2.00
Oficial	HH	1	0.2667	5.63	1.50
Peón	HH	3	0.8000	5.00	4.00
Materiales					28.61
Malla de gallinero	ml		2.1000	3.50	7.35
Encofrado	m2		1.4000	4.50	6.30
Cemento	bols		0.5900	22.50	13.28
Agregado fino	m3		0.0420	40.00	1.68
Equipos					0.23
Herramientas manuales	%MO		3.0000	7.50	0.23

Partida:	06.05.01	Conformacion de columnetas	Costo unitario=	281.83	
Rendimiento	m3/día	MO = 16	EQ= 16	Jornada = 8 horas/día	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					25.32
Operario de equipo liviano	HH	1	0.5000	7.50	3.75
Operario	HH	1	0.5000	7.50	3.75
Oficial	HH	1	0.5000	5.63	2.82
Peón	HH	6	3.0000	5.00	15.00
Materiales					251.32
Agregado fino	m3		0.5000	40.00	20.00
Agregado grueso	m3		0.7500	40.00	30.00
Cemento portland tipo 1P (42.5 kg)	bol		8.8200	22.50	198.45
Gasolina 84 octanos	gln		0.2500	10.00	2.50
Agua	m3		0.1850	2.00	0.37
Equipos					5.19
Herramientas manuales	%MO		3.0000	25.32	0.76
Vibrador de concreto 4HP 2.4"	hm	1	0.5000	6.60	0.03
Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1	0.5000	8.80	4.40

Partida:	06.05.02	Conformacion de vigas de amarre	Costo unitario=	281.83	
Rendimiento	m3/día	MO = 16	EQ= 16	Jornada = 8 horas/día	
Descripcion de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNIT	PARCIAL
Mano de obra					25.32
Operario de equipo liviano	HH	1	0.5000	7.50	3.75
Operario	HH	1	0.5000	7.50	3.75
Oficial	HH	1	0.5000	5.63	2.82
Peón	HH	6	3.0000	5.00	15.00
Materiales					251.32
Agregado fino	m3		0.5000	40.00	20.00
Agregado grueso	m3		0.7500	40.00	30.00
Cemento portland tipo 1P (42.5 kg)	bol		8.8200	22.50	198.45
Gasolina 84 octanos	gln		0.2500	10.00	2.50
Agua	m3		0.1850	2.00	0.37
Equipos					5.19
Herramientas manuales	%MO		3.0000	25.32	0.76
Vibrador de concreto 4HP 2.4"	hm	1	0.5000	6.60	0.03
Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1	0.5000	8.80	4.40

Anexo E. Presupuesto

PRESUPUESTO					
PROYECTO: Construcción de una vivienda para las zonas rurales del Distrito de Taraco					
SISTEMA: Albañilería					
PARTIDA	ESPECIFICACIONES	UNID.	CANT.	COSTO	
				UNITARIO	PARCIAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.00	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				
01.01.01	Almacén	Glb	1.00	50.00	50.00
01.02.00	INSTALACIONES PROVISIONALES				
01.02.01	Agua para la Construcción	Glb	1.00	150.00	150.00
01.02.02	Energía Eléctrica	Glb	1.00	40.00	40.00
02.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
02.01.00	LIMPIEZA DEL TERRENO				
02.01.01	Eliminación de basura y elementos sueltos livianos	m3	7.91	0.41	3.26
02.02.00	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO				
02.02.01	Trazos, Niveles y Replanteo Preliminar	m2	39.54	0.89	35.12
03.00.00	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
03.01.00	EXCAVACIONES				
03.01.01	Excavación de Zanjas	m3	2.25	16.48	37.08
03.02.00	RELLENOS				
03.02.01	Relleno y compactado con material de préstamo	m3	7.91	29.03	229.65
03.02.02	Eliminación de material excedente	m3	0.27	0.23	0.06
04.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
04.01.00	CIMENTOS CORRIDOS 1:10 + 30% PG < 6"				
04.01.01	Cimentos corridos	m3	2.53	122.48	309.87
04.02.00	SOLADO PARA ZAPATAS				
04.02.01	Solado para zapatas	m2	0.54	24.35	13.15
04.03.00	SOBRECIMENTOS				
04.03.01	Concreto mezcla 1:8 + 25% de PM < 3"	m3	0.84	168.13	141.23
04.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	5.62	36.49	205.10
05.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
05.01.00	ZAPATAS				
05.01.01	Concreto en zapatas $f_c=175$ kg/cm ²	m3	0.31	264.75	82.07
05.01.03	Acero en zapatas	Kg.	23.00	4.26	97.93
05.03.00	COLUMNAS				
05.03.01	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	m3	0.50	301.22	151.82
05.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	10.08	36.08	363.72
05.03.03	Acero	Kg.	183.93	4.26	784.05
05.04.00	VIGAS				
05.04.01	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	m3	1.76	284.73	499.70
05.04.02	Encofrado y Desencofrado	m2	21.06	46.63	982.09
05.04.03	Acero	Kg.	242.40	4.23	1026.51
06.00.00	ESTRUCTURAS METÁLICAS Y COBERTURA				
06.01.00	ARMADURA				
06.01.01	Armatura principal	Und	5.00	235.69	1178.44
06.01.02	Montaje de armaduras	Und	10.00	47.00	469.99
06.01.03	Correa de tubo LAC 2"x2", L=6m, E=3/16	MI	4.00	20.38	81.53
06.02.00	COBERTURAS				
06.02.01	Cobertura con planchas de calamina	m2	57.38	6.90	396.19
06.02.02	Canaleta de evacuación semicircular de plancha galvanizada	MI	11.25	11.49	129.26
07.00.00	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA				
07.01.00	MUROS DE LADRILLO CORRIENTE DE ARCILLA				
07.01.02	Muro de ladrillo king kong mecanizado (soga) j=2cm	m2	68.624	62.48	4287.83
08.00.00	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				
08.01.00	TARRAJEO EN INTERIORES CON MORTERO 1:5	m2	92.84	13.08	1214.09
08.02.00	TARRAJEO EN EXTERIORES CON MORTERO 1:5	m2	47.48	17.36	824.28
08.03.00	TARRAJEO DE COLUMNAS				

08.03.01	Tarrajeo de Superficie, Mezcla 1:5	m2	6.72	17.21	115.63
08.04.00	TARRAJEO DE VIGAS				
08.04.01	Tarrajeo de Superficies con mezcla 1:5	m2	14.04	19.98	280.47
08.05.00	VESTIDURAS DE DERRAMES				
08.05.01	Vestiduras de Puertas	m	11.30	5.48	61.91
08.05.02	Vestiduras de Ventanas	m	24.00	5.48	131.50
09.00.00	CIELORASOS				
09.01.00	CIELORASOS (PLAMCHAS GYPLAC O SIMILAR)	m2	37.46	44.69	1673.96
10.00.00	PISOS				
10.01.00	PISO DE CONCRETO				
10.01.01	Piso de concreto Coloreado, mezcla 1:4				
10.01.01.01	Piso de concreto Coloreado con acabado pulido	m2	37.46	26.05	975.90
11.00.00	PUERTAS Y VENTANAS				
11.01.00	PUERTAS				
11.01.01	Puertas de madera	Und	3	335.75	1007.25
11.01.02	Puertas metalicas	Und	2	469.33	938.67
11.02.00	VENTANAS				
11.02.01	Instalacion de ventanas	p2	54.25	7.35	398.74
12.00.00	PINTURA				
12.01.00	MUROS				
12.01.01	Muros interiores al temple 2 manos	m2	92.84	6.52	605.39
12.01.02	Muros Exteriores al temple 2 manos	m2	47.48	12.05	572.24
13.00.00	INSTALACION DE ENERGIA ELECTRICA				
13.01.00	Instalacion de puntos de luz	Glb	1.00	280.00	280.00
14.00.00	APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS				
14.01.00	TUBERIAS				
14.01.01	Instalacion general de tuberias	Glb	1	320.00	320.00
14.02.00	INODOROS				
14.02.01	Inodoro Blanco Comercial	Pz	1	120.00	120.00
14.03.00	LAVATORIOS				
14.03.01	Lavatorio Sonnet 19 x 10 Blanco comercial	Pz	1	210.00	210.00
14.04.00	LAVADEROS DE COCINA				
14.04.01	Lavadero de Platos	Pz	1	216.00	216.00
14.05.00	DUCHAS				
14.05.01	Duchas Cromadas de cabeza giratoria	Pz	1	55.00	55.00
14.06.00	JABONERAS				
14.06.01	Jaboneras de losa blanca simple de 15x15	Pz	1	9.50	9.50
14.07.00	TOALLERAS				
14.07.01	Toallera con soporte de Losa y barra plástica	Pz	1	9.00	9.00
14.08.00	PAPELERAS				
14.08.01	Papelera de Losa de Color de 15x15	Pz	1	8.50	8.50
TOTAL	:				21773.67

PRESUPUESTO

PROYECTO: Construcción de una vivienda para las zonas rurales del Distrito de Taraco

SISTEMA: Ferrocemento

PARTIDA	ESPECIFICACIONES	UNID.	CANT.	COSTO	
				UNITARIO	PARCIAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.00	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				
01.01.01	Almacén	Glb	1.00	50.00	50.00
01.02.00	INSTALACIONES PROVISIONALES				
01.02.01	Agua para la Construcción	Glb	1.00	150.00	150.00
01.02.02	Energía Electrica	Glb	1.00	40.00	40.00
02.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
02.01.00	LIMPIEZA DEL TERRENO				
02.01.01	Eliminación de basura y elementos sueltos livianos	m3	7.91	0.41	3.26
02.02.00	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO				
02.02.01	Trazos, Niveles y Replanteo Preliminar	m2	39.54	0.89	35.12
03.00.00	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
03.01.00	EXCAVACIONES				
03.01.01	Excavación de Zanjas	m3	2.25	16.48	37.08
03.02.00	RELLENOS				
03.02.01	Relleno y compactado con material de préstamo	m3	7.91	29.03	
03.02.02	Eliminacion de material excedente	m3	0.27	0.23	0.06
04.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
04.01.00	CIMENTOS CORRIDOS 1:10 + 30% PG < 6"				
04.01.01	Cimentos corridos	m3	2.53	122.48	309.87
04.02.00	SOLADO PARA ZAPATAS				
04.02.01	Solado para zapatas	m2	0.54	24.35	13.15
04.03.00	SOBRECIMENTOS				
04.03.01	Concreto mezcla 1:8 + 25% de PM <3"	m3	0.84	168.13	141.23
04.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	5.62	36.49	205.10
05.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
05.01.00	ZAPATAS				
05.01.01	Concreto en zapatas fc=175 kg/cm2	m3	0.11	264.75	29.12
05.01.02	Acero en zapatas	Kg.	12.00	4.26	51.09
06.00.00	FERROCEMENTO				
06.01.00	Apoyo provisional de muros exteriores	m2	78.62	19.91	1565.47
06.02.00	Colocacion de paneles exteriores	und	55.00	38.78	2132.98
06.03.00	Instalacion de aislamiento termico	und	55.00	9.31	512.23
06.04.00	Colocacion de paneles interiores	und	55.00	36.33	1998.23
06.05.00	COLUMNETAS Y VIGAS				
06.05.01	Conformacion de columnetas	m3	0.42	281.83	118.37
06.05.02	Conformacion de vigas de amarre	m2	1.38	281.83	388.92
07.00.00	ESTRUCTURAS METALICAS Y COBERTURA				
07.01.00	ARMADURA				
07.01.01	Armadura principal tipo T-101	Und	5.00	235.69	1178.44
07.01.02	Montaje de armaduras	Und	10.00	47.00	469.99
07.01.03	Correas de tubo LAC de 4"x2"x1/4"	MI	4.00	20.38	81.53
07.02.00	COBERTURAS				
07.02.01	cobertura con planchas de calaminon thermoacustica	m2	57.38	6.90	396.19
07.02.02	canaleta de evacuacion semicircular de plancha galvanizada	MI	11.25	11.49	129.26
8.00.00	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				
8.01.00	TARRAJEO EN INTERIORES CON MORTERO 1:5				
8.01.01	Tarrajeo en interiores con mortero 1:5	m2	92.84	13.08	1214.09
8.02.00	VESTIDURAS DE DERRAMES				
8.02.01	Vestiduras de Puertas	m	11.30	5.48	61.91
8.02.02	Vestiduras de Ventanas	m	24.00	5.48	131.50
09.00.00	CIELORASOS				
09.01.00	CIELORASOS (PLAMCHAS GYPLAC O SIMILAR)				
09.01.01	Cielorazos (Planchas Gyplac o similar)	m2	37.46	44.69	1673.96

10.00.00	PISOS				
10.01.00	PISO DE CONCRETO				
10.01.01	Piso de concreto Coloreado, mezcla 1:4				
10.01.01.01	Piso de concreto Coloreado con acabado pulido	m2	37.46	26.05	975.90
11.00.00	PUERTAS Y VENTANAS				
11.01.01	Puertas de madera	Und	3	335.75	1007.25
11.01.02	Puertas metalicas	Und	2	469.33	938.67
11.02.00	VENTANAS				
11.02.01	Instalacion de ventanas	p2	54.25	7.35	398.74
12.00.00	PINTURA				
12.01.00	MUROS				
12.01.01	Muros interiores al temple 2 manos	m2	92.84	6.52	605.39
12.01.02	Muros Exteriores al temple 2 manos	m2	47.48	12.05	572.24
13.00.00	INSTALACION DE ENERGIA ELECTRICA				
13.01.00	Instalacion de puntos de luz	Glb	1.00	280.00	280.00
14.00.00	APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS				
14.01.00	TUBERIAS				
14.01.01	Instalacion general de tuberias	Glb	1	320.00	320.00
14.02.00	INODOROS				
14.02.01	Inodoro Blanco Comercial	Pz	1	120.00	120.00
14.03.00	LAVATORIOS				
14.03.01	Lavatorio Sonnet 19 x 10 Blanco comercial	Pz	1	210.00	210.00
14.04.00	LAVADEROS DE COCINA				
14.04.01	Lavadero de Platos	Pz	1	216.00	216.00
14.05.00	DUCHAS				
14.05.01	Duchas Cromadas de cabeza giratoria	Pz	1	55.00	55.00
14.06.00	JABONERAS				
14.06.01	Jaboneras de losa blanca simple de 15x15	Pz	1	9.50	9.50
14.07.00	TOALLERAS				
14.07.01	Toallera con soporte de Losa y barra plástica	Pz	1	9.00	9.00
14.08.00	PAPELERAS				
14.08.01	Papelera de Losa de Color de 15x15	Pz	1	8.50	8.50
TOTAL	:				18844.33

Anexo F. Certificado de laboratorios



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CONSTANCIA

El que suscribe Ing. Herson Duberly Pari Cusi; Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca.

HACE CONSTAR

Que el Bachiller en Ingeniería Civil:

BEBETO HUANCA QUISPE

Código universitario N° 201322723

Ha realizado ensayos en el Laboratorio de Tecnología del Concreto y Ensayos de los Materiales y el Laboratorio de Estructuras para completar su trabajo de tesis denominado: **“Análisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco - Puno”** con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos efectuados por el tesista fueron los siguientes:

- ✓ 03 Ensayos de Análisis Granulométrico por Tamizado.
- ✓ 03 Ensayos de Contenido de Humedad.
- ✓ 36 Ensayos de Resistencia a la Compresión en Probetas de Concreto.
- ✓ 09 Ensayos de Carga Horizontal.
- ✓ 03 Ensayos de Compresión Diagonal.

Los trabajos se realizaron en el Laboratorio de Tecnología del Concreto y Ensayos de los Materiales y el Laboratorio de Estructuras, llevándose a cabo entre el 21/12/2018 al 05/02/19.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime por conveniente.

Juliaca, Villa Chullunquiani, 22 de febrero del 2019



Ing. Herson Duberly Pari Cusi
Coordinador E.P. de Ingeniería Civil



Ing. Yesenia Apaza Pinto
Encargada del Laboratorio



PROYECTO	: Analisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco – Puno.		
CANTERA	CABANILLAS, MARAVILLAS, ISLA	TESISTA:	:Bach. Bebeo Huanca
MUESTRA	AGREGADO FINO	ING. RESP.	:Ing. Yesenia Apaza
UBICACIÓN	SAN ROMAN - JULIACA	FECHA	:Febrero de 2019

ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD

CANTERA CABANILLAS

DESCRIPCION	AGREGADO FINO		
	01	02	03
Nro de ensayo	01	02	03
Numero de Capsula	T-001	T-002	T-003
Peso de Capsula (gr)	276.00	275.00	276.00
Peso de Capsula + Suelo Humedo (gr)	776.00	775.00	776.00
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)	756.00	759.00	758.00
Peso del Agua (gr)	20.00	16.00	18.00
Peso de Suelo Seco (gr)	480.00	484.00	482.00
Contenido de Humedad (%)	4.17%	3.31%	3.73%
Prom. Contenido de Humedad (%)	3.74%		

CANTERA MARAVILLAS

DESCRIPCION	AGREGADO FINO		
	01	02	03
Nro de ensayo	01	02	03
Numero de Capsula	T-001	T-002	T-003
Peso de Capsula (gr)	276.00	276.00	276.00
Peso de Capsula + Suelo Humedo (gr)	776.00	776.00	776.00
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)	749.00	749.00	751.00
Peso del Agua (gr)	27.00	27.00	25.00
Peso de Suelo Seco (gr)	473.00	473.00	475.00
Contenido de Humedad (%)	5.71%	5.71%	5.26%
Prom. Contenido de Humedad (%)	5.56%		

CANTERA ISLA

DESCRIPCION	AGREGADO FINO		
	01	02	03
Nro de ensayo	01	02	03
Numero de Capsula	T-001	T-002	T-003
Peso de Capsula (gr)	276.00	276.00	276.00
Peso de Capsula + Suelo Humedo (gr)	776.00	776.00	776.00
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)	762.00	761.00	762.00
Peso del Agua (gr)	14.00	15.00	14.00
Peso de Suelo Seco (gr)	486.00	485.00	486.00
Contenido de Humedad (%)	2.88%	3.09%	2.88%
Prom. Contenido de Humedad (%)	2.95%		



PROYECTO	: Analisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco – Puno.		
CANTERA	MARAVILLAS	TESISTA	Bach. Bebeo Huanca
MUESTRA	AGREGADO FINO	ING. RESP.	Ing. Yesenia Apaza
UBICACIÓN	SAN ROMAN- JULIACA	FECHA	Febrero de 2019

ENSAYO:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMA NTP - 4000.012

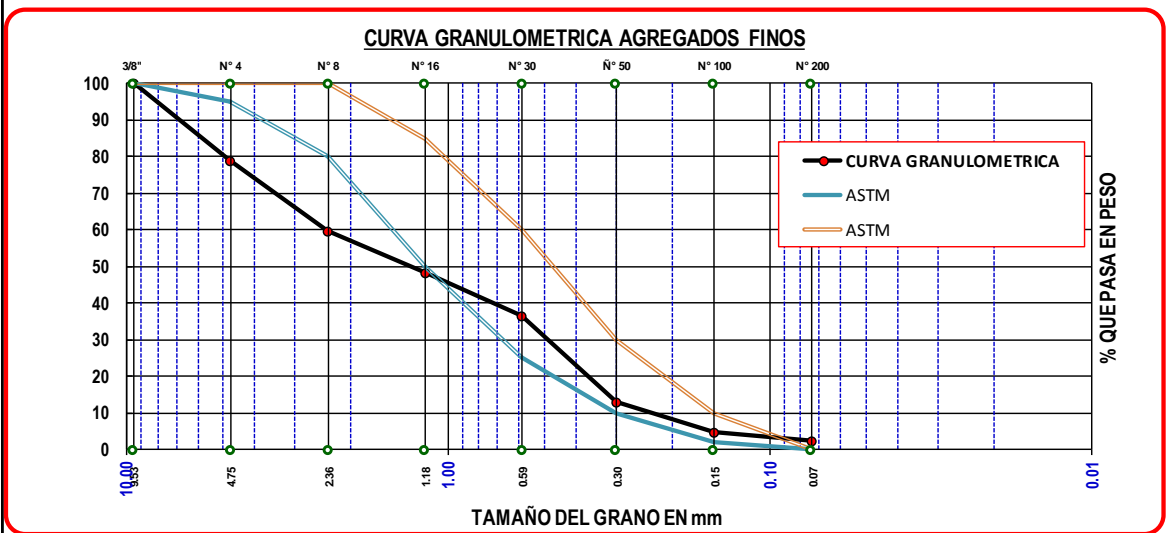
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Compensado	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Observaciones
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100
No4	4.75	63.50	63.50	21.17	21.17	78.83	95 - 100
No8	2.36	57.74	57.00	19.00	40.17	59.83	80 - 100
No16	1.18	35.91	35.17	11.72	51.89	48.11	50 - 85
No30	0.59	35.65	34.91	11.64	63.53	36.47	25 - 60
No 50	0.30	71.18	70.44	23.48	87.01	12.99	10 - 30
No100	0.15	26.05	25.31	8.44	95.45	4.55	2 - 10
No200	0.07	7.30	6.56	2.19	97.63	2.37	
BASE		0.10	7.10	2.37	100.00	0.00	
TOTAL		297.43	300.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial : 300.00 gr.
 Peso Lavado : 293.00 gr.
 Peso Perdido : 7.00 gr.

MODULO DE FINURA

MF Ag. Fino : 3.38





PROYECTO	: Analisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco – Puno.		
CANTERA	CABANILLAS	TESISTA	Bach. Bebeo Huanca
MUESTRA	AGREGADO FINO	ING. RESP.	Ing. Yesenia Apaza
UBICACIÓN	SAN ROMAN- JULIACA	FECHA	Febrero de 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMA NTP - 4000.012

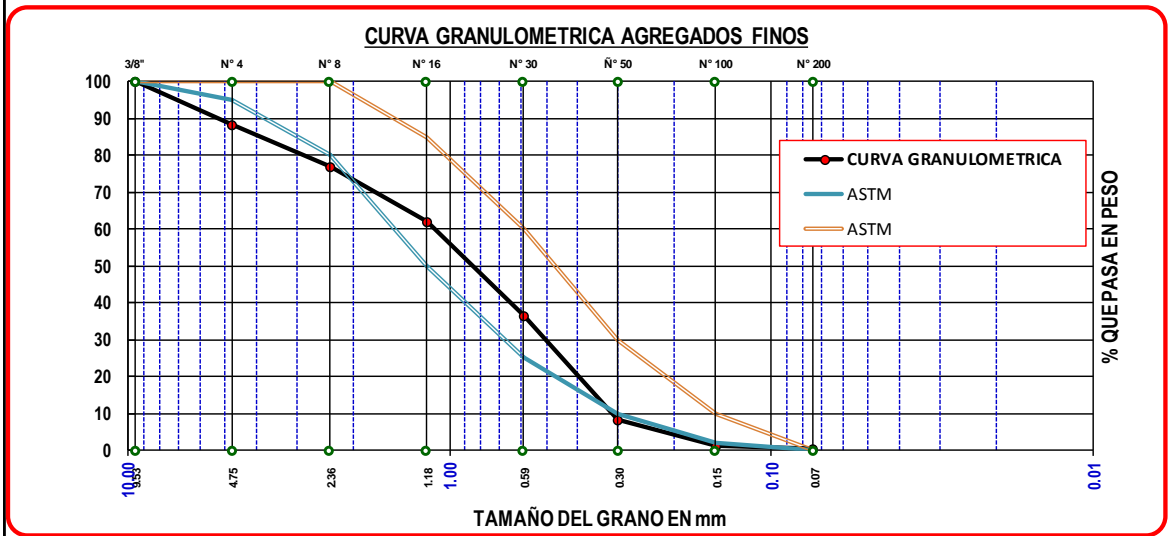
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Compensado (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Observaciones
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100
No4	4.75	35.00	35.00	11.67	11.67	88.33	95 - 100
No8	2.36	34.20	34.08	11.36	23.03	76.97	80 - 100
No16	1.18	45.00	44.88	14.96	37.99	62.01	50 - 85
No30	0.59	77.12	77.00	25.67	63.66	36.35	25 - 60
No 50	0.30	84.16	84.04	28.01	91.67	8.33	10 - 30
No100	0.15	21.05	20.93	6.98	98.65	1.35	2 - 10
No200	0.07	3.04	2.92	0.97	99.62	0.38	
BASE		0.14	1.14	0.38	100.00	0.00	
TOTAL		299.71	300.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial : 300.00 gr.
 Peso Lavado : 299.00 gr.
 Peso Perdido : 1.00 gr.

MODULO DE FINURA

MF Ag. Fino : 3.15





PROYECTO	: Analisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco – Puno.		
CANTERA	ISLA	TESISTA	Bach. Bebeo Huanca
MUESTRA	AGREGADO FINO	ING. RESP.	Ing. Yesenia Apaza
UBICACIÓN	SAN ROMAN- JULIACA	FECHA	Febrero de 2019

ENSAYO:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMA NTP - 4000.012

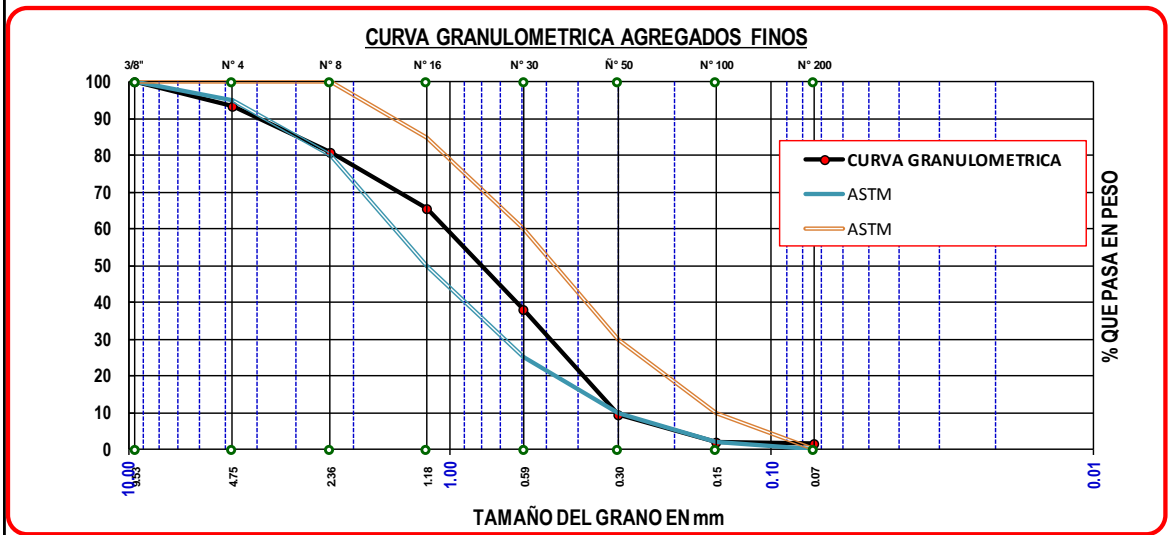
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Compensado (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Observaciones
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100
No4	4.75	19.23	19.23	6.41	6.41	93.59	95 - 100
No8	2.36	39.05	38.25	12.75	19.16	80.84	80 - 100
No16	1.18	47.10	46.30	15.43	34.60	65.40	50 - 85
No30	0.59	83.30	82.50	27.50	62.10	37.90	25 - 60
No 50	0.30	86.05	85.25	28.42	90.51	9.49	10 - 30
No100	0.15	23.00	22.20	7.40	97.92	2.08	2 - 10
No200	0.07	2.00	1.20	0.40	98.32	1.68	
BASE		0.05	5.05	1.68	100.00	0.00	
TOTAL		299.78	300.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial : 300.00 gr.
 Peso Lavado : 295.00 gr.
 Peso Perdido : 5.00 gr.

MODULO DE FINURA

MF Ag. Fino : 3.04





UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. A. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE
CONCRETO



PROYECTO	: Analisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco – Puno.		
CANTERA	: CABANILLAS, MARAVILLAS, ISLA	TESISTA	:Bach. Bebedo Huanca
MUESTRA	: BRIQUETAS DE CONCRETO	ING. RESP.	:Ing. Yesenia Apaza
UBICACIÓN	: SAN ROMAN - JULIACA	FECHA	:Febrero de 2019

ENSAYO:

RESISTENCIA 7 DIAS

Probetas	Cantera	Altura promedio (cm)	Diametro promedio (cm)	Fuerza de falla (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)
MM-01	Cantera Maravillas	19.900	10.011	14825.100	188.357	184.202
MM-02		19.700	10.183	14943.400	183.488	
MM-03		19.933	10.253	14924.400	180.761	
MC-01	Cantera Cabanillas	20.200	10.214	17818.800	217.455	216.650
MC-02		20.000	10.233	17668.400	214.819	
MC-03		19.650	10.246	17948.800	217.675	
MP-01	Patron	19.867	10.287	19131.000	230.181	237.129
MP-02		19.617	10.193	19784.400	242.470	
MP-03		19.950	10.251	19702.100	238.736	
MI-01	Cantera Isla	19.783	10.281	18400.500	221.636	225.163
MI-02		20.083	10.260	18070.900	218.587	
MI-03		20.233	10.135	18981.300	235.266	

RESISTENCIA 14 DIAS

Probetas	Cantera	Altura promedio (cm)	Diametro promedio (cm)	Fuerza de falla (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)
MM-04	Cantera Maravillas	20.100	10.148	18244.500	225.570	227.957
MM-05		19.833	10.176	18210.400	223.926	
MM-06		19.533	10.158	18992.800	234.375	
MC-04	Cantera Cabanillas	19.983	10.200	21844.000	267.326	269.190
MC-05		20.050	10.205	21983.700	268.790	
MC-06		20.050	10.209	22220.300	271.452	
MP-04	Patron	19.683	10.182	23785.400	292.096	289.751
MP-05		20.000	10.170	23040.300	283.614	
MP-06		20.017	10.162	23806.200	293.542	
MI-04	Cantera Isla	19.950	10.152	21536.700	266.064	262.822
MI-05		19.833	10.165	21478.400	264.665	
MI-06		19.817	10.250	21266.000	257.737	

RESISTENCIA 28 DIAS

Probetas	Cantera	Altura promedio (cm)	Diametro promedio (cm)	Fuerza de falla (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)
MM-07	Cantera Maravillas	20.000	10.147	21227.600	262.521	252.558
MM-08		20.550	10.589	21122.600	239.854	
MM-09		20.050	10.258	21099.100	255.299	
MC-07	Cantera Cabanillas	20.133	10.157	23814.100	293.890	287.480
MC-08		20.133	10.180	23331.300	286.632	
MC-09		20.167	10.196	23016.800	281.919	
MP-07	Patron	20.167	10.199	26483.100	324.163	330.185
MP-08		19.650	10.213	26653.800	325.359	
MP-09		19.900	10.127	27471.100	341.033	
MI-07	Cantera Isla	20.000	10.125	25408.300	315.549	309.703
MI-08		19.733	10.372	25413.100	300.756	
MI-09		19.933	10.131	25215.300	312.802	



PROYECTO	: Analisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco – Puno.			
MATERIAL	: PANELES DE FERROCEMENTO		TESISTA	:Bach. Bebeo Huanca
MUESTRA	:FERROCEMENTO		ING. RESP.	:Ing. Yesenia Apaza
UBICACIÓN	: SAN ROMAN - JULIACA		FECHA	:Febrero de 2019

ENSAYO:

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL				
MUESTRAS	LADO (m)	ESPESOR (m)	CARGA (KN)	PROMEDIO (KN)
M1	0.65		53.42	
M2	0.65	0.25	41.34	47.017
M3	0.65		46.29	

ENSAYO DE CARGA VERTICAL HORIZONTAL

Altura de panel (Ancho = 0.25 m)	Carga ultima			Carga ultima Promedio (KN)
	Panel 1 (KN)	Panel 2 (KN)	Panel 3 (KN)	
1.20	62.45	58.30	65.80	62.18
0.80	86.00	95.18	92.40	91.19
0.50	211.58	196.20	201.35	203.04

