

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

***ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIONES PARA
EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN
COMUNIDADES RURALES ARGENTINAS.
TECNOLOGÍA APROPIADA CON PERSPECTIVA DE
GÉNERO.***

Alumna: Ganuza, Lopez, Ainhoa

Directora: Alvarez, Gonzalez, Irantzu

Curso: 2017-2018

Fecha: 12 febrero, 2018

Agradecimientos

Quisiera agradecer en primer lugar a Ingeniería Sin Fronteras Argentina por el trabajo que hacen y por brindarme la oportunidad de formar parte de uno de sus muchos proyectos, en especial a Iara, Mery y Nati. Y a las personas de las comunidades argentinas que nos acogieron con los brazos abiertos y, en especial a las mujeres, que me enseñaron entre muchísimas cosas, una realidad que desconocía y que me fascina. A mis compañeras Marta y Giulia, por ser dos personitas extraordinarias y por querer estar siempre ahí para ayudarme. En segundo lugar, a Ingeniería Sin Fronteras-País Vasco por enseñarme y motivarme en este camino y a Maite y Nuria por mostrarme el proyecto. A Irantzu, tutora del presente trabajo por el seguimiento, aportaciones y consejos que me ha dado. Y por último a mi familia, por apoyarme siempre y tener mucha paciencia conmigo.

Motivación

La posibilidad que brinda la Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea de realizar el Trabajo Fin de Grado en el ámbito de la Cooperación al Desarrollo, ha supuesto un gran estímulo en mi proceso de formación. Desde el comienzo, mi formación universitaria en el grado de Ingeniería Civil, mi visión del mundo y de la sociedad han evolucionado progresivamente, de forma que cuanto mayor es el conocimiento sobre la dominación que ejerce el poder hegemónico y los mecanismos que utiliza, mayores son los deseos de dedicarse a construir alternativas ante esta sociedad capitalista, patriarcal y destructiva con el medio ambiente. La Ingeniería en general y, la Ingeniería Civil en particular, proporcionan múltiples herramientas útiles para esa transformación. Realizar el TFG en el contexto de un proyecto de ingeniería que sirva para impulsar el desarrollo de una comunidad de forma justa, participativa y equitativa, ha supuesto, por tanto, un primer paso en un largo camino que espero poder seguir a lo largo de mi trayectoria profesional.

Gracias a la realización de este TFG, he podido descubrir el enorme entramado de profesionales que trabajan acorde con sus principios, utilizando la tecnología como herramienta para la transformación social. Profesionales independientes al deseo capitalista de crecimiento económico ilimitado, que es siempre proporcional a las desigualdades sociales y la vulneración de derechos fundamentales. La oportunidad para realizar este trabajo, ha supuesto, por tanto, descubrir una visión social de la ingeniería que hasta entonces desconocía. Realizar el TFG en Cooperación al Desarrollo me ha dado la posibilidad de implementar los conocimientos adquiridos a lo largo del grado de Ingeniería Civil para dar solución a la problemática del agua en una comunidad real, además de permitir mi enriquecimiento personal gracias a la experiencia del trabajo de campo, descubrir nuevas perspectivas y desenvolverme en un ámbito nuevo para mí.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
RESUMEN	10
LABURPENA	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DE LA UPV-EHU	16
1.2. OBJETIVOS	17
1.3. PROYECTO DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA: ISF ARGENTINA	18
2. CONTEXTO GEOGRÁFICO	22
2.1. CLIMA	24
2.2. PRECIPITACIONES	25
2.3. HIDROGRAFÍA: CUENCAS Y RÍOS	26
2.4. ECOSISTEMA.....	27
2.5. SUELO	29
3. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO	30
3.1. ÍNDICES SOCIOECONÓMICOS.....	30
3.2. HISTORIA, POLÍTICA Y TENENCIA DE TIERRAS	32
3.3. CAMPESINADO, ESTRUCTURA AGRARIA Y POBREZA.....	33
3.3.1. Avances hacia el desarrollo campesino	34
3.4. PAPEL Y TRABAJOS DE LAS MUJERES RURALES.....	34
3.4.1. Trabajo reproductivo	35
3.4.2. Trabajo productivo	36
3.5. MUJERES RURALES Y AGUA	37
4. METODOLOGIA	39
4.1. FUENTES DE AGUA.....	39
4.1.1. San Antonio	39
4.1.2. Overa	44
4.2. EXPERIENCIA PERSONAL EN SANTOS LUGARES.....	48
4.2.1. Sustento económico y medio rural	48
4.2.2. Política local.....	49
4.2.3. Participación comunitaria	50
4.2.4. Enfermedades comunes	52
4.2.5. Medios de comunicación.....	52
4.3. CUESTIONARIO FAMILIAR.....	53
4.3.1. Composición familiar	54
4.3.2. Trabajo que desempeñan	57
4.3.3. Habilidades constructivas.....	60
4.3.4. Usos del agua	61
4.3.5. Saneamiento.....	64
4.3.6. Ganado	66
4.3.7. Cultivos	67
4.4. PERTENENCIAS DE CADA FAMILIA	68
4.4.1. San Antonio	68
4.4.2. Overa	69
4.5. GEORREFERENCIACIÓN	69
5. SOLUCIONES TÉCNICAS	70
5.1. CONSUMO DE AGUA	72
5.2. PRECIPITACIONES	74

5.3. SUPERFICIE DE CAPTACIÓN	75
5.3.1. Superficie necesaria.....	75
5.3.2. Superficie de captación disponible	75
5.4. ALMACENAMIENTO	76
5.4.1. Volumen necesario	76
5.4.2. Volumen disponible.....	79
5.5. RESULTADOS PARA CADA FAMILIA.....	80
5.5.1. Modulación de cisternas.....	82
5.5.2. Modulación de superficies de captación	83
5.6. DIMENSIONAMIENTO DE CISTERNAS	85
5.6.1. Losa	85
5.6.2. Paredes.....	85
5.6.3. Tapa	86
5.6.4. Optimización del material.....	86
5.7. CANALETAS.....	88
5.7.1. Dimensionamiento mediante criterio 1: Método Racional	90
5.7.2. Dimensionamiento mediante criterio 2	93
5.7.3. Resultados	95
6. DISCUSIÓN.....	96
ANEXO A: CUESTIONARIO FAMILIAR	99
ANEXO B: MAPAS	102
ANEXO C: SISTEMAS DE CAPTACIÓN	107
ANEXO D: CISTERNAS.....	142
BIBLIOGRAFÍA.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Primera reunión con las familias de San Antonio	19
Figura 2.	Trabajo de campo con una familia de San Antonio. Casa rancho y vivienda del plan de erradicación de ranchos	19
Figura 3.	Esquema de las fases de construcción y seguimiento en obras (etapa 4).20	
Figura 4.	Mapa político de la República argentina y ubicación de la Provincia de Santiago del Estero [11].....	22
Figura 5.	Provincia de Santiago del Estero, departamento Alberdi y Santos Lugares [11]	23
Figura 6.	Climograma de Santo Domingo	24
Figura 7.	Precipitaciones medias en Santos Lugares.....	25
Figura 8.	Ríos que integran la Cuenca del Río de la Plata	26
Figura 9.	Madera del quebracho colorado	27
Figura 10.	Ecorregiones de Argentina y Chaco seco argentino	28
Figura 11.	Represa de San Antonio	39
Figura 12.	Pozo de la represa de San Antonio.....	40
Figura 13.	Planta verde que cubre el pozo.....	40
Figura 14.	Centro Sanitario de San Antonio	41
Figura 15.	Pozo salado de propiedad privada, San Antonio.....	42
Figura 16.	Camión cisterna municipal " <i>Comisionado Munic. Sto. Lugares. Gestión: Raúl y Oskey Miranda. Distribución gratuita de agua</i> "	43
Figura 17.	Casa de ladrillo con tejado de chapa y canaleta para conectar en época de lluvias con un bidón de 1000 litros	44
Figura 18.	Pozo surgente y laguna formada en Overa	45
Figura 19.	Canales de la provincia de Santiago del Estero	46
Figura 20.	Sistemas de captación y cisternas sin tapa en Overa	47
Figura 21.	Bosque y caminos en San Antonio.....	48
Figura 22.	Horno produciendo carbón y bolsas de carbón, Overa.....	49
Figura 23.	Vivienda del plan de erradicación de ranchos	50
Figura 24.	Cisterna de Ángela mediante proyecto de la UPPSAN	51
Figura 25.	Pirámide poblacional en la provincia de Santiago del Estero	54
Figura 26.	Proporción mujeres y hombres por grupo de edad, San Antonio.....	55
Figura 27.	Proporción mujeres y hombres por grupo de edad, Overa	56
Figura 28.	Baño familiar en Overa	64
Figura 29.	Cerdos bebiendo agua de la represa	66
Figura 30.	Construcción de techo de chapa para sistema de captación de agua de lluvia. ISF Argentina en la comunidad del Negrito [41].....	70
Figura 31.	Volumen acumulado durante el año por persona	77
Figura 32.	Gráfico de los porcentajes de llenado de cisterna	78
Figura 33.	Esquema de chapa acanalada	83
Figura 34.	Croquis de disposición de canaletas	89
Figura 35.	Sistema de captación de agua de lluvia y cisterna hecha por ISF Argentina en la comunidad del Negrito [41]	89

Figura 36.	Hidrograma triangular	93
Figura 37.	Mapa de distribución de la velocidad de referencia (β).....	110
Figura 38.	Vista frontal y superior del croquis de la estructura	115
Figura 39.	Prontuario básico de estructuras simples [56].....	118
Figura 40.	Sección de las vigas	121
Figura 41.	Esquema de la viga hip 1	122
Figura 42.	Diagrama de esfuerzo cortante hip 1	123
Figura 43.	Diagrama de momentos flectores hip 1	123
Figura 44.	Esquema de la viga hip 2	124
Figura 45.	Diagrama de esfuerzo cortante hip 2	124
Figura 46.	Diagrama de momentos flectores hip 2.....	125
Figura 47.	Croquis de la deformación en la viga de madera	130
Figura 48.	Luces máximas para cada dirección	133
Figura 49.	Esquema de las acciones en la columna	134
Figura 50.	Valores de β para cada caso	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Índice de Desarrollo Humano Provincial, elaboración propia [27].....	31
Tabla 2.	Índice de Desarrollo Sostenible Provincial, elaboración propia [27].....	31
Tabla 3.	Población en San Antonio	55
Tabla 4.	Población en Overa.....	56
Tabla 5.	Trabajos que desempeñan en San Antonio disgregado por sexo.....	57
Tabla 6.	Realización de cada tipo de trabajo (%) disgregado por sexo, San Antonio	58
Tabla 7.	Trabajos que desempeñan en Overa disgregado por sexo	58
Tabla 8.	Realización de cada tipo de trabajo (%) disgregado por sexo, Overa	59
Tabla 9.	Habilidades constructivas en San Antonio	60
Tabla 10.	Habilidades constructivas en Overa	60
Tabla 11.	Agua para consumo humano en San Antonio	61
Tabla 12.	Agua para limpieza y animales en San Antonio	62
Tabla 13.	Agua para consumo humano en Overa.....	63
Tabla 14.	Agua para limpieza y animales en Overa	63
Tabla 15.	Saneamiento en San Antonio.....	65
Tabla 16.	Saneamiento en Overa	65
Tabla 17.	Posesión de animales en San antonio	66
Tabla 18.	Posesión de animales en Overa.....	67
Tabla 19.	Infraestructuras en San Antonio	68
Tabla 20.	Infraestructuras en Overa.....	69
Tabla 21.	Niveles de servicio de agua [9].....	72
Tabla 22.	Cantidad de agua diaria necesaria en cada familia	73
Tabla 23.	Resumen de consumo de agua per cápita	73
Tabla 24.	Precipitaciones promedio en Santos Lugares	74
Tabla 25.	Superficie de chapa por familia en cada paraje.....	75
Tabla 26.	Cálculo del volumen necesario de almacenamiento por persona.....	77
Tabla 27.	Porcentajes de llenado de cisterna	78
Tabla 28.	Volumen de cisternas existentes por familia en cada paraje	79
Tabla 29.	Cálculo del volumen de cisterna y superficie de chapa necesaria para cada familia en San Antonio	80
Tabla 30.	Cálculo del volumen de cisterna y superficie de chapa necesaria para cada familia en Overa.....	81
Tabla 31.	Modulación de cisternas para San Antonio	82
Tabla 32.	Modulación de cisternas para Overa	83
Tabla 33.	Modulación superficie de captación San Antonio	84
Tabla 34.	Modulación superficie de captación Overa	84
Tabla 35.	Resultados de las dimensiones de la cisterna para cada volumen mediante optimización de material	87
Tabla 36.	Dimensiones de la cisterna para cada volumen	88
Tabla 37.	Coeficientes de escorrentía según material	90

Tabla 38.	Caudal máximo de la canaleta para cada superficie de captación (criterio 1)	91
Tabla 39.	Coeficiente de rugosidad [48]	92
Tabla 40.	Diámetro de canaleta obtenido por el caudal Q_{p1} (criterio 1) para diferentes pendientes	92
Tabla 41.	Caudal máximo de la canaleta para cada superficie de captación (criterio 2)	94
Tabla 42.	Diámetro de canaleta obtenido por el caudal Q_{p2} (criterio 2) para diferentes pendientes	95
Tabla 43.	Características estáticas de chapas acanaladas, catálogos de diversos distribuidores y fabricantes [53]	108
Tabla 44.	Características estáticas de la chapa	108
Tabla 45.	Resultados para L_r	109
Tabla 46.	Valores límite de la Probabilidad P_m , del Período de vida m , y del coeficiente c_p para los distintos grupos de construcciones	111
Tabla 47.	Tipos de rugosidad y valores del parámetro $z_{0,i}$ para cada tipo	113
Tabla 48.	Valores del coeficiente adimensional c_z	113
Tabla 49.	Medidas para cada modulación	115
Tabla 50.	Cargas en kgf/m^2 uniformemente repartidas para una flecha de, $f < L_{uz}/200$ en los vanos centrales y tensión máxima admisible 1600 kgf/m^2 . Flecha considerada en los vanos de viga	116
Tabla 51.	X_1 , dependiendo del número de apoyos	116
Tabla 52.	Flechas obtenidas y flechas admisibles	118
Tabla 53.	Madera aserrada. Especies coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a casa Clase resistente	119
Tabla 54.	Madera aserrada. Especies frondosas. Valores de las propiedades asociadas a casa Clase resistente	119
Tabla 55.	Resumen de las propiedades mecánicas de cada madera	120
Tabla 56.	Coeficiente parcial de seguridad γ_M	126
Tabla 57.	Valores del factor k_{mod}	126
Tabla 58.	Componente β_v para distintos tipos de carga y viga	130
Tabla 59.	Valores de k_{def} para madera	131
Tabla 60.	Distancia entre las columnas	137

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo la realización de un proyecto de abastecimiento de agua en dos comunidades rurales argentinas en el contexto de un proyecto de cooperación al desarrollo. Está compuesto por dos apartados principales. Por una parte, se aborda la evaluación y la identificación de las problemáticas generadas directa e indirectamente debido a la escasez de agua mediante el trabajo de campo realizado en dichas comunidades. Por otra parte, se plantean soluciones técnicas a las problemáticas identificadas, con el objetivo de conseguir que las necesidades básicas de agua de toda la comunidad queden cubiertas de forma justa, participativa y equitativa.

Toda la investigación se lleva a cabo desde una perspectiva feminista, teniendo en cuenta las relaciones entre los roles de género dentro de la comunidad y su incidencia en la problemática de estudio. Se aplica la transversalización del género en el proyecto en todos sus apartados: el estudio del contexto, la identificación de las problemáticas, la elaboración de la metodología, la propuesta de soluciones y, finalmente, en la elaboración de las conclusiones.

LABURPENA

Gradu Amaierako Lan honek, garapenerako lankidetzaren proiektuen testuinguruan, Argentinako bi komunitateetan ur hornidura proiektu bat egitea du helburu. Lan honek bi atal nagusi ditu. Alde batetik, ur gabeziak era zuzenean eta zeharka sortzen dituen problematiken ebaluaketa jorratzen da komunitate horietan, landa-azterketa baten bitartez. Beste alde batetik, identifikatutako problematikei erantzuna emateko soluzio-tekniakoak proposatzen dira, komunitatearen eta bertako familia guztien oinarritzko ur gabeziak era justu eta parte-hartzaile batean bukatzeko helburuarekin.

Ikerketa osoa ikuspegi feministarekin osatuta dago, komunitatean ematen diren genero rolen arteko harremanak eta identifikatutako problematikan hauek duten eragina kontutan izanik. Proiektuko atal guztietan zeharkako genero ikuspegia aplikatzen da: testuinguruaren azterketan, problematiken identifikazioan, metodologiaren lanketan, soluzioen proposamenean, eta azkenik, ondorioak egiterakoan.

ABSTRACT

The final goal of this end-of-degree project is creating a water supply plan at two rural communities in Argentina, within the context of cooperation and development. It is comprised of two main objectives. On one hand, identifying and evaluating the problematics generated, both directly and indirectly, by the water scarcity in the region through field work in said communities. On the other hand, providing technical solutions to the problematics identified, with the objective of fair, equitable and participative coverage of the basic need of water for the whole community.

The research is done from a feminist perspective, having in mind gender roles within the community and its incidence in the studied problematics, applying it on the research as a whole: identifying context and problematics, developing methodology, solutions proposal, and finally drawing conclusions.

1. INTRODUCCIÓN

En este Trabajo Fin de Grado se realiza un análisis de necesidades y se propone una solución técnica para el abastecimiento de agua en dos comunidades rurales argentinas. La finalidad del proyecto es fomentar el desarrollo local adquiriendo nuevas fuentes de agua potable para consumo humano de forma justa y participativa. Para ello, el trabajo se divide en dos ejes.

Por una parte, se realiza un análisis in-situ o un trabajo de campo en las comunidades mediante un diagnóstico participativo. El objetivo es obtener la mayor información posible para conocer la situación de cada familia y de la comunidad en conjunto para posibilitar una solución o alternativa integral, adaptada a la cultura, a la comunidad y a cada familia, que aproveche los recursos del lugar y sea sostenible con éstos. De esa manera, se consigue que la solución técnica sea más integral y que se favorezca la apropiación y capacitación de ésta por parte de la propia comunidad.

Por otra parte, se plantean soluciones técnicas a partir del análisis participativo, y se busca el uso racional, eficiente y autogestionado de la tecnología apropiada¹ dentro de la comunidad, con el objetivo de que se adapte a las costumbres de la población beneficiaria y que el aprovisionamiento de agua para consumo humano sea cubierto para toda la comunidad.

Académicamente, este Trabajo Fin de Grado se enmarca en el "Programa de Prácticas y TFG en Proyectos de Cooperación al Desarrollo" de la UPV-EHU en el ámbito de la tecnología para la transformación social con la colaboración de *Mugarik Gabeko Ingeniaritza-Ingeniería Sin Fronteras (MGI-ISF)*.

Con la realización de este Trabajo Fin de Grado, se ha querido apostar por una educación universitaria participativa, donde el aprendizaje tiene que ver con la transformación interna de cada persona, y que su trabajo se fundamente con el propósito de fomentar una ciencia y tecnología al servicio de las personas.

A su vez, este trabajo se enmarca en un proyecto de aprovisionamiento de agua potable de la organización sin ánimo de lucro *Ingeniería Sin Fronteras Argentina*, entidad con la que se ha colaborado para la realización de este proyecto.

ISF Argentina, es una asociación civil interdisciplinaria que trabaja por el desarrollo local de comunidades en situación de vulnerabilidad a través de proyectos de ingeniería. Los proyectos se llevan a cabo a través de voluntarias y voluntarios de diferentes nacionalidades y del equipo de trabajo de la propia asociación.

¹ El concepto de tecnología apropiada, se refiere a aquella tecnología de pequeña escala, descentralizada, basada en recursos locales, de operatividad y mantenimiento sencillo, que no contamina o no provoca impactos negativos en el ambiente, y que toma en cuenta el contexto del usuario y sus conocimientos, así como elementos sociales y económicos además de los estrictamente técnicos. La difusión de tecnologías apropiadas pretende poner al alcance de la población rural una alternativa, cuyo propósito es que el usuario realice las actividades cotidianas, de producción y reproducción, con mayor comodidad, eficiencia y seguridad, y al mismo tiempo realice un mejor uso de los recursos, logrando así un mayor grado de bienestar y autonomía. Para ello, lo importante no son únicamente las características técnicas de las innovaciones sino también el proceso por medio del cual una población adopta y se apropia de dicha tecnología [1].

Toda la investigación se lleva a cabo desde una perspectiva feminista, teniendo en cuenta las relaciones entre los roles de género dentro de la comunidad y su incidencia en la problemática de estudio. Transversalmente, se incluye el análisis de género² en el proyecto en todos sus apartados: el estudio del contexto, la identificación de las problemáticas, la elaboración de la metodología, en la propuesta de soluciones y, finalmente, en la elaboración de las conclusiones.

Se considera que la inclusión de esta perspectiva en los proyectos de cooperación al desarrollo es esencial por numerosos motivos:

En primer lugar, es vital asumir que la igualdad efectiva entre hombres y mujeres continúa siendo más un objetivo que una realidad en todo el mundo. Vivimos en un mundo desigual e injusto, en el que existen relaciones asimétricas de poder entre géneros³, que generan desigualdad de múltiples formas y vulneración de derechos económicos, sociales y políticos.

El machismo y las actitudes machistas en las sociedades patriarcales están tan interiorizadas que se asumen como naturales biológicamente, por lo que es esencial identificarlas para comenzar a crear un mundo más justo y más equitativo.

Si se asume la igualdad real en un proyecto de cooperación al desarrollo, las acciones que se lleven a cabo contribuirán a que estas desigualdades de género se mantengan, se perpetúen y además se invisibilicen, siendo mucho más difícil desnaturalizar el machismo.

En segundo lugar, es necesario comprender que las personas nos sometemos a cumplir ciertos roles de género que nos condicionan personalmente y en nuestra vida.

Los roles de género son comportamientos aprendidos basados en condicionantes sociales que asignan las actividades consideradas apropiadas para mujeres y hombres. Se configuran con el conjunto de normas y prescripciones que dictan la sociedad y la cultura sobre el comportamiento "femenino" o "masculino" que es causada por una asignación social de nuestra diferenciación sexual.

Esto no sería **tan** problemático para las mujeres si esa asignación resultara en características, actitudes y valores equivalentes. Pero no es así. A los hombres se les asignan las características, actitudes y roles que la sociedad más valora, y que además son las que se asocian con lo humano y la cultura. A las mujeres se les asignan las actitudes, roles y características menos valoradas, y que además son más asociadas con los animales y la naturaleza [6].

² Herramienta básica de las políticas feministas que teniendo en cuenta que hombres y mujeres participan de distinta manera en la sociedad, economía y hogar, propone como objetivo identificar la forma y el proceso mediante los cuales se perpetúan las desventajas de las mujeres para sacarlas a la luz [2].

³ El sexo se refiere a las diferencias y características biológicas, anatómicas, fisiológicas y cromosómicas de los seres humanos. El género es el conjunto de ideas, creencias y atribuciones sociales, que se construyen en cada cultura y momento histórico con base en la diferencia sexual [3].

La dicotomía masculino-femenino⁴, establece estereotipos mayoritariamente rígidos que condicionan los papeles y limitan las potencialidades humanas de las personas al estimular o reprimir los comportamientos en función de su adecuación al género. Las sociedades determinan las actividades de las mujeres y los hombres basadas en los estereotipos, estableciendo así una división sexual del trabajo [4].

Tradicionalmente se han construido estereotipos masculinos que caracterizan a los hombres como proveedores del hogar, jefes de familia y, en cierta medida, los que toman las decisiones. Cuando el trabajo productivo se considera responsabilidad propia del varón, éste se encuentra en posición de controlar y manejar los recursos económicos y tecnológicos a los que está estrictamente ligado el ejercicio del poder, tanto público como privado.

Por el contrario, el rol tradicional de las mujeres se corresponde con el trabajo reproductivo en el ámbito privado: crianza de hijos e hijas, cuidado de los miembros de la familia, cuidado y organización del hogar etc, que es invisible y no valorado económica ni socialmente.

Los roles de género no son fijos; varían de acuerdo con la cultura, la clase social, el grupo étnico etc. y pueden cambiar -y de hecho ocurre- como respuesta a condiciones sociales cambiantes.

Por último, es imprescindible manifestar y hacer frente a la visión androcentrista del mundo, que sigue hoy en día vigente.

En la visión androcentrista, se asume al hombre como humano (estándar/normal) y lo sitúa como centro de todas las cosas. Al asumir a los hombres como representantes de la humanidad, todos los estudios, análisis, investigaciones, narraciones y propuestas se enfocan únicamente desde la perspectiva masculina, la cual no es asumida en su parcialidad, sino como una no perspectiva, como un hecho totalmente objetivo, universal e imparcial.

Por ejemplo, no incluir la perspectiva feminista en el presente trabajo, supondría tener como eje principal las necesidades masculinas (consideradas como humanas) y omitir las necesidades o problemáticas específicas que tienen las mujeres.

Históricamente han dominado aquellas perspectivas que parten del punto de vista masculino y que se proyectan como si no partieran desde alguien, como si fueran universales. El androcentrismo conlleva la invisibilidad de las mujeres y de su mundo, la negación de una mirada femenina y la ocultación de las aportaciones realizadas por las mujeres [5].

⁴ La construcción de la identidad de cada género responde a una visión de mundo dicotómica, es decir a una forma de conocer nuestro entorno que responde a distinciones o categorías que se ordenan en pares opuestos y a la vez irreconciliables. Esta forma de estructuración del pensamiento occidental está presente en todas las teorías, ciencias y religiones. Divide en categorías de acuerdo a si pertenecen al ámbito de la cultura o de la naturaleza. Si a los hombres se les asigna la racionalidad, a las mujeres se les asigna la sensibilidad, si a los hombres se les asigna el espacio público, a las mujeres el privado.

Por todo lo mencionado anteriormente, se adecua el contexto teórico a la realidad social, y en concreto a las relaciones y roles de género dentro de esa realidad social afectada por el proyecto. Asimismo, se realiza un examen sistemático de las funciones desempeñadas por las mujeres y los hombres teniendo en cuenta que unas y otros no disfrutan de las mismas oportunidades para acceder a los recursos económicos, a los bienes y servicios necesarios para una vida digna, al ocio y al descanso, a la participación política y al poder. El análisis de género se centra en lo siguiente: Indaga roles, relaciones, derechos y responsabilidades, necesidades y beneficios diferenciados de mujeres y hombres. Identifica limitaciones y oportunidades diferenciadas para lograr un desarrollo equitativo y sostenible [6].

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO EN LA UPV-EHU

El presente Trabajo de Fin de Grado se enmarca en el "Programa de Prácticas y TFG en Proyectos de Cooperación al Desarrollo", aprobado por el Consejo de Gobierno de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea el 13 de mayo de 2003. Este programa, posibilita al alumnado hacer sus prácticas obligatorias y/o Trabajo Fin de Grado en proyectos que entidades de cooperación realizan en países en desarrollo, integrando esta experiencia como parte de su formación académico-práctica. Hasta la fecha, han participado en el programa más de 700 estudiantes de 13 centros universitarios de los tres campus de la UPV/EHU.

La cooperación al desarrollo es parte esencial del compromiso social de la UPV/EHU y así es reconocido en sus Estatutos cuando establecen que uno de los fines de la Universidad es "contribuir al intercambio y cooperación internacionales, con especial atención a la cooperación al desarrollo" (Título I, artículo 4). De este modo, la puesta en marcha de este programa, responde a la misión de la Universidad de formar profesionales conscientes de las desigualdades que existen en el mundo y con capacidad para participar en los debates sobre los problemas que afectan al progreso de las sociedades.

El objetivo de la realización de Trabajos Fin de Grado en ámbito del desarrollo y/o cooperación es que el alumnado aplique los conocimientos adquiridos a lo largo del grado a la resolución de "problemas técnicos" planteados por las ONGD y entidades de cooperación en las siguientes modalidades: prototipos de tecnologías apropiadas, estudios sobre Tecnologías para el Desarrollo Humano y proyectos integrados en programas y proyectos de cooperación al desarrollo o de ayuda humanitaria.

Para ello, la UPV/EHU oferta cursos monográficos sobre Desarrollo y Cooperación, obligatorios para formar al alumnado que decide participar en el programa, adaptando los contenidos de los cursos a las titulaciones donde se imparten.

En suma, este trabajo se enmarca adecuadamente en el ámbito de la ingeniería civil, ya que permite afrontar un proyecto relacionado con la obra civil y la hidrología, desde la planificación, hasta la ejecución. La realización de este proyecto en el contexto de un trabajo de cooperación permite abordar un proyecto de estas características de principio a fin, desde el análisis de los condicionantes del entorno, las necesidades de una población concreta y el conocimiento de sus recursos, hasta el planteamiento de diferentes soluciones para el problema planteado (en este caso, el abastecimiento de agua a dos comunidades como eje principal). Por tanto, se considera que esta actividad está perfectamente alineada con la formación en el contexto del grado de Ingeniería Civil y que la realización de este TFG en el contexto de un proyecto de cooperación se ajusta a los criterios de ética científica, social y medioambiental con los que esta universidad desea formar a su alumnado [7].

1.2. OBJETIVOS

El objetivo principal es trabajar por el desarrollo local en dos comunidades rurales en situación de vulnerabilidad impulsando un proyecto técnico-social de abastecimiento de agua, en el que se persigue acabar con la escasez de agua para consumo humano en dichas comunidades de forma justa, participativa y equitativa mediante la apropiación y capacitación de la tecnología por parte de la propia comunidad.

La solución técnica es el resultado del trabajo de campo realizado en dichas comunidades mediante un diagnóstico participativo en el que promover la equidad de género es un objetivo implícito, ya que el impacto del proyecto implicará cambios en las relaciones de poder (por pequeños que sean).

Esto conlleva también implicaciones políticas, no solo técnicas, y buscan una transformación social, no solo una solución técnica [6]. Por lo que el propósito es que el proyecto de abastecimiento se adapte a la cultura, a la comunidad y a cada familia, y aproveche los recursos del lugar y sea sostenible con éstos.

Se cuentan además, con los siguientes objetivos secundarios:

- Analizar geográfica, económica y socialmente la situación de la provincia y de la región para tratar de entender la realidad del lugar.
- Conocer la realidad de las comunidades rurales junto con las propias familias que las componen, comprender como hacen frente a las diversas dificultades (en cuanto a los servicios básicos) y aprender de ello.
- Extraer conclusiones que permitan conocer los beneficios tanto de la tecnología como de la metodología utilizada para llevar a cabo el proceso participativo.
- Proponer líneas futuras de estudio al uso y la aplicación de tecnologías apropiadas.

1.3. PROYECTO DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA: INGENIERÍA SIN FRONTERAS ARGENTINA

ISF Argentina, es una asociación civil interdisciplinaria que trabaja por el desarrollo local de comunidades en situación de vulnerabilidad a través de proyectos de ingeniería. Los proyectos se llevan a cabo a través de voluntarias y voluntarios de diferentes nacionalidades y del equipo de trabajo de la propia asociación.

La localización de este proyecto de ISF Argentina se ubica en dos parajes⁵ situados en la localidad rural⁶ de Santos Lugares, ubicado en el departamento⁷ Alberdi, en la provincia⁸ de Santiago del Estero. En Santos Lugares, viven alrededor de 300 personas, entre el núcleo central y los parajes dispersos. Los parajes o comunidades a intervenir son San Antonio y Overa, de características socioeconómicas y geográficas diferentes.

San Antonio es una comunidad de difícil acceso ubicada a 40 km de Santos Lugares en el que viven 84 personas en 12 familias. La ruta para acceder desde Santos Lugares es de tierra y únicamente accesible mediante camionetas de doble tracción. En época de lluvias parte del camino queda intransitable, dejando a la comunidad aislada. Overa es una comunidad ubicada a 25 km de Santos Lugares en el que viven 50 personas en 11 familias. El camino para acceder desde Santos Lugares no presenta problemas de accesibilidad, ya que es de ripio y transitable por todo tipo de vehículos.

Con la ejecución de este proyecto se quiere garantizar el acceso a 20 litros de agua por persona y día en estas dos comunidades para disminuir los riesgos de enfermedades relacionadas con el agua [9]. Teniendo en cuenta que el único recurso disponible en la zona es el agua de lluvia, el sistema se basa en la administración eficiente de este recurso. Asimismo, se busca trabajar en el empoderamiento de la comunidad, desarrollar la capacitación organizacional e impulsar el desarrollo productivo local.

⁵ Las comunidades o parajes en Santiago del Estero constituyen pequeños conjuntos de viviendas familiares, dispersas entre sí a campo abierto, y alejadas del municipio o de la localidad. Es común que se formen parajes enteros o zonas dentro del paraje donde casi todas las personas son parientes entre ellas o tienen cierto grado de parentesco, ya que, cuando los hijos y las hijas crecen y se casan, suelen construirse su propia casa cerca de la familia.

⁶ Se clasifica como localidad rural a la que se encuentra agrupada en núcleos de menos de 2.000 habitantes y a la que se encuentra dispersa en campo abierto [8].

⁷ Los departamentos son las divisiones dentro de las provincias. Santiago del Estero se divide en 27 departamentos. Por razones históricas, en la provincia de Buenos Aires a los departamentos se les llama partidos [8].

⁸ En Argentina se denomina provincia a cada uno de los 23 estados federados que integran la Nación, según los principios del federalismo establecidos en la Constitución Nacional.



Figura 1. Primera reunión con las familias de San Antonio

El proyecto se ha llevado a cabo en diferentes etapas. Se describen brevemente a continuación:

- Etapa 1: Diagnóstico participativo. Trabajo de campo y visitas a las familias
 - Conocer la situación individual de cada familia y de la comunidad en conjunto en relación al abastecimiento de agua: usos y gestión del agua, necesidades básicas, tenencia de infraestructuras (bidones, cisternas, sistema de captación de lluvias, cercado para animales, material y estado de la vivienda...etc).
 - Obtener un censo georreferenciado actual: localizar geográficamente las viviendas, la enfermería, el colegio y las fuentes de agua.
 - Identificar el método óptimo de abastecimiento de agua junto con las familias.



Figura 2. Trabajo de campo con una familia de San Antonio. Casa rancho⁹, vivienda del Plan de erradicación de ranchos¹⁰ y ducha familiar

⁹ Es una vivienda de un solo piso con paredes de adobe, columnas y vigas de madera y techo de paja. En este techo anida la vinchuca (*Triatoma infestans*), insecto que transmite el mal de Chagas (trpanosomiasis americana). Esta enfermedad es cónica y, afecta al corazón y al sistema cardiovascular.

¹⁰ El plan surge a partir de un trabajo de campo realizado por el Programa de Lucha contra el mal de Chagas en toda la provincia, en el que se detectó la existencia de 50 mil viviendas rancho y precarias en las zonas rurales, y 20 mil en las zonas urbanas. El propósito es que una vez inauguradas estas viviendas se derrumbar las construcciones precarias y con ello eliminar el hábitat propicio para la reproducción de la vinchuca. Las viviendas son sin costo para las familias y participan en la construcción con el apoyo de gobiernos comunales y de diversas ONGs [10].

— Etapa 2: Cálculos

- Estado de la demanda de agua para consumo humano para cada familia.
- Cálculo del volumen de almacenamiento necesario a partir de la disponibilidad actual en cada familia.
- Establecer la superficie de chapa necesaria para el sistema de captación de lluvias.

— Etapa 3: Definición de criterios de prioridad constructiva

- Planteamiento del prototipo de sistema de captación de lluvias y cisterna.
- Se establecen los grupos de prioridad en base a la precariedad de cada familia.
- Se debaten todos los aspectos en asamblea comunitaria, intercambiando experiencias y observaciones a fin de integrarlas en el diseño y establecer prioridades.

— Etapa 4: Construcción y seguimiento en obras

- Se definen quiénes serán los actores involucrados en la construcción de las cisternas y los sistemas de captación.
- Se construye el prototipo definitivo de las dos fases constructivas (cisternas y sistemas de captación de lluvias) en función de la prioridad de cada familia.
- Acompañamiento durante las obras.

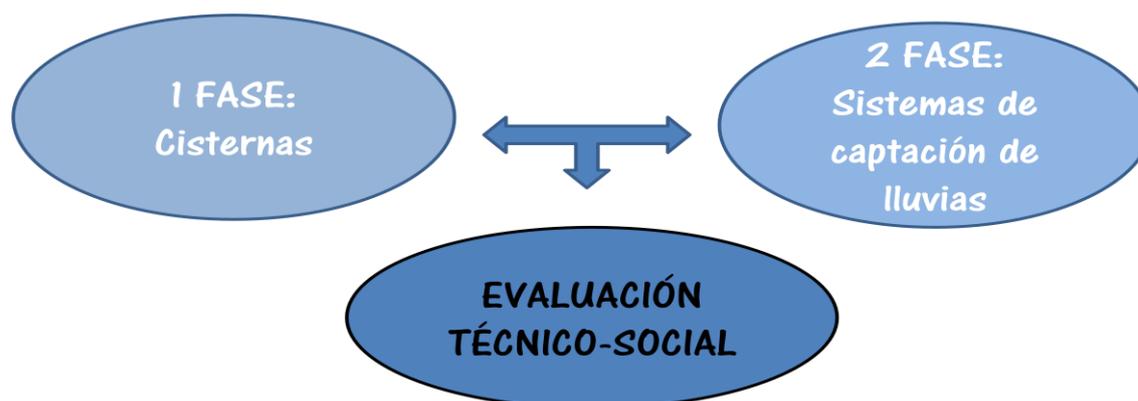


Figura 3. Esquema de las fases en la construcción y seguimiento en obras (etapa 4)

– Etapa final: Evaluación técnico-social

Cuando se finaliza la primera fase correspondiente a la construcción de cisternas, se realiza una evaluación técnico-social con la comunidad para atender a las sugerencias, preocupaciones o cambios que hayan podido ocurrir. Al terminar las dos fases constructivas, esta evaluación se realiza de nuevo, con el objetivo de hacer la valoración global del proyecto.

2. CONTEXTO GEOGRÁFICO

Santiago del Estero es una de las veintitrés provincias (Figura 4) que componen la República Argentina. Su ciudad más poblada es Santiago del Estero-La Banda, ubicada en el centro de la provincia. La localización del trabajo se sitúa en dos comunidades aisladas pertenecientes a la localidad rural de Santos Lugares, en el departamento santiaguense de Alberdi (Figura 5).



Figura 4. Mapa político de la República Argentina y ubicación de la Provincia de Santiago del Estero [11]

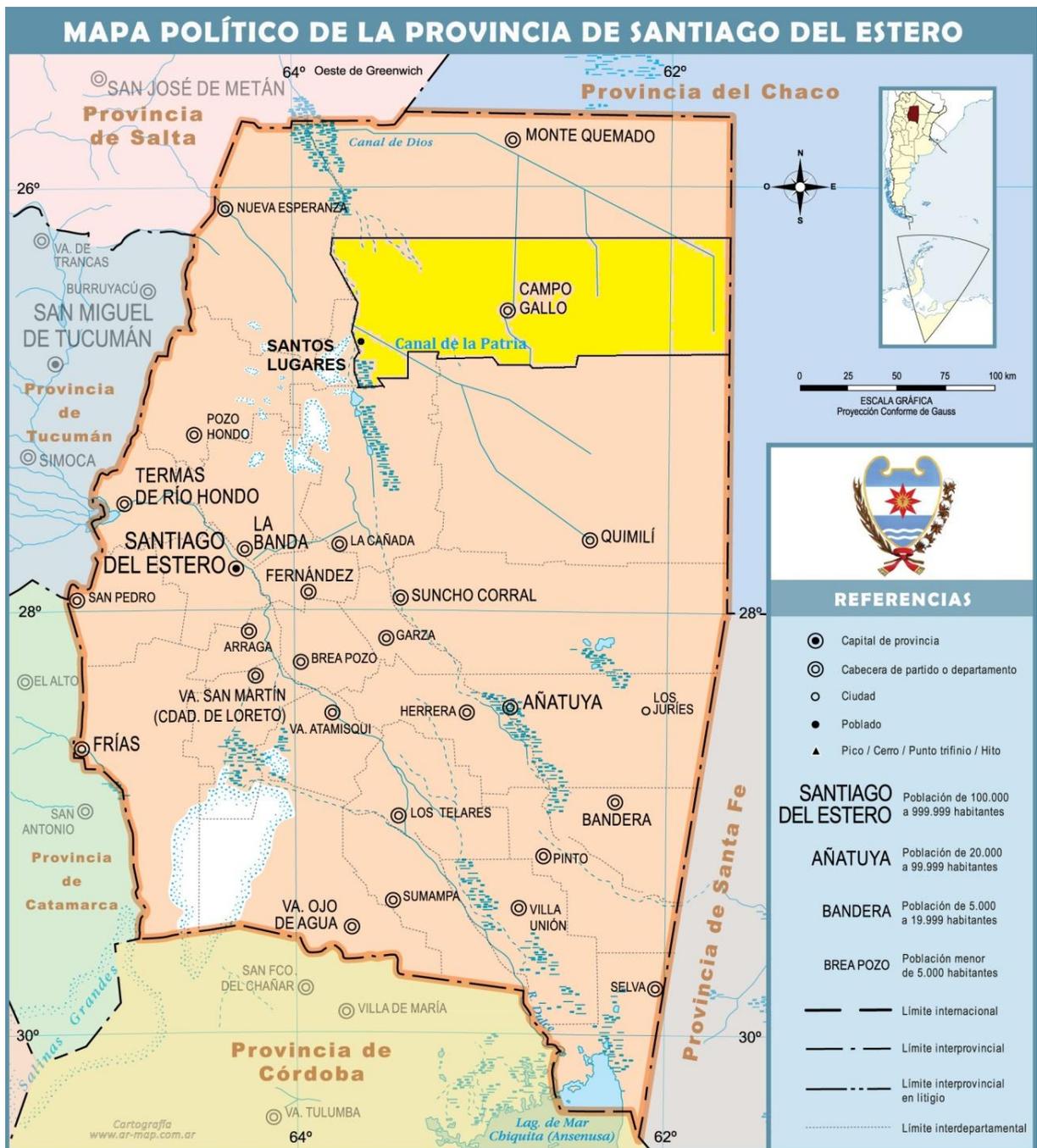


Figura 5. Provincia de Santiago del Estero, departamento Alberdi y Santos Lugares [11]

2.1. CLIMA

La zona presenta un clima subtropical con estación seca. El verano empieza el 21 de diciembre, en el que se registran elevados valores de temperatura hasta los 35 °C y se caracteriza por presentar lluvias estacionales correspondientes con la época húmeda. El invierno empieza el 21 de junio, con temperaturas máximas de 20 °C y mínimas de 3°C, y corresponde con la época de sequía. A pesar de que el invierno es relativamente benigno, todos los años se producen heladas, aunque éstas son poco frecuentes [12] [13].

A falta de datos climáticos en Santos Lugares se muestran las temperaturas medias de la localidad de Santo Domingo, una localidad a 40 km al norte de Santos Lugares, durante el periodo 1981-2010.

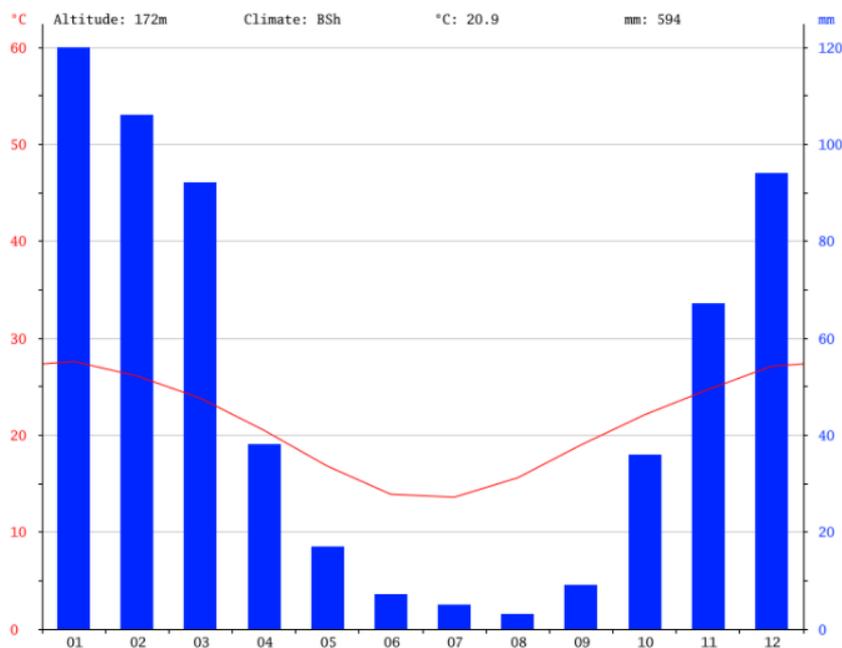


Figura 6. Climograma de Santo Domingo

2.2. PRECIPITACIONES

Santiago del Estero se caracteriza por tener precipitaciones abundantes concentradas en verano y por estar expuesta regularmente a sequías el resto del año. Presenta dos estaciones bien diferenciadas: la lluviosa y la seca. La época de lluvias corresponde con el verano, alcanzando las máximas precipitaciones en los meses de diciembre a marzo y la época de sequía corresponde con el invierno, obteniendo las mínimas de mayo a septiembre. El rasgo esencial es la gran variabilidad, entre años, entre estaciones y aún dentro de las estaciones [14].

En la provincia existe un gradiente de precipitaciones, desde los 600-700 mm medios anuales en el este, disminuye hacia el centro y sudoeste, pasando por los 550 mm por el centro del territorio [15] (Figura 7).

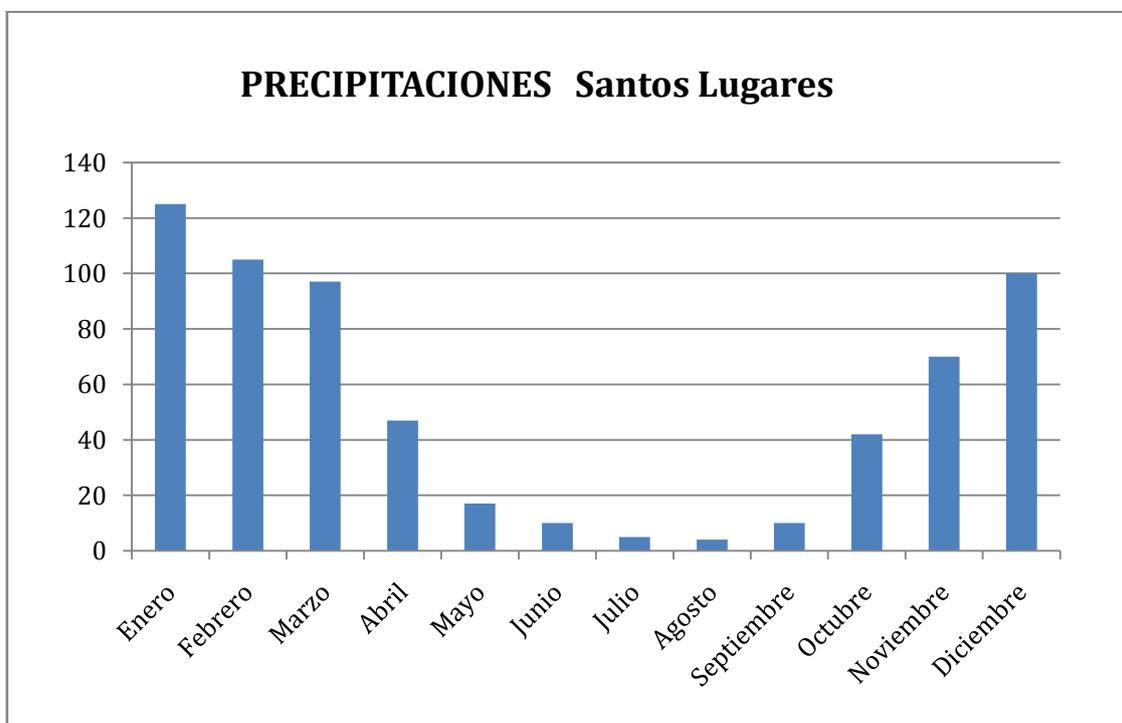


Figura 7. Precipitaciones medias en Santos Lugares

2.3. HIDROGRAFÍA: CUENCAS Y RÍOS

El territorio santiagueño se compone por una vasta planicie que presenta una leve inclinación en dirección noroeste-sureste. Sólo es cruzada por dos ríos, el Dulce y el Salado (Figura 8), diferentes tanto en sus caudales como en sus posibilidades de aprovechamiento.

La localidad de Santos Lugares, se sitúa hidrológicamente en la cuenca del Río Salado, que nace en las serranías andinas de Salta y se desplaza por la llanura chaqueña con tramos de cauces visibles desembocando el río Paraná [16]. Tiene una longitud de 1500 kilómetros, de los cuales 400 transcurren en Santiago del Estero sin recibir en él nuevos aportes hídricos.



Figura 8. Ríos que integran la Cuenca del Río de la Plata

La horizontalidad del relieve hace que en esta región los ríos suelen ser divagantes, dando lugar a bañados (localmente llamados esteros), pantanales y otros humedales de forma temporal o permanente. Asimismo, existen amplios sectores ocupados por salinas.

2.4. ECOSISTEMA

La zona de estudio se enmarca dentro de la ecorregión denominada del Chaco. Esta se sitúa en las llanuras del centro de América del Sur correspondientes a altitudes menores a 500m y abarca el sudeste de Bolivia, oeste de Paraguay y norte de Argentina. La parte que comprende el territorio Argentino se denomina *Chaco seco argentino* (Figura 10) y se muestra como una gran planicie ubicada en el centro norte del país, moldeada por los Ríos Juramento-Salado, Bermejo y Pilcomayo que recorren el Chaco seco sin recibir en él nuevos aportes hídricos [17].

Se distinguen tres subregiones según sus condiciones climáticas; chaco semiárido, chaco árido y chaco húmedo. Santos Lugares y la mayor parte del territorio santiagueño lo ocupa el chaco semiárido, la subregión más amplia y de mayor extensión de masa boscosa [18].

Una de las especies más emblemáticas de la región y, tal vez, una de las más importantes de la flora argentina es el *Quebracho Colorado* (*Schinopsis quebracho-colorado*), un árbol robusto idóneo para la producción maderera debido a la dureza de su leño. Este, puede alcanzar metro y medio de diámetro a la altura del pecho y no ramifica por su parte baja. Comúnmente se utiliza para carpintería y ebanistería, y en la zona de Santos Lugares, las familias lo utilizan para la construcción de postes. Es una de las especies más afectadas por la acción humana debido a la tala y a la expansión de la agricultura. Toda la zona del chaco semiárido está sujeto a desmonte forestal masivo, que expone los suelos a las precipitaciones y temperaturas extremas, generando pérdidas de fertilidad y eficiencia hídrica, y consecuentes procesos erosivos.



Figura 9. Madera del quebracho colorado



Figura 10. Eco-regiones de Argentina y Chaco seco argentino

2.5. SUELO

En Santiago del Estero, el material original, las características climáticas y el paisaje dominante de llanura, dan como resultado suelos de escaso desarrollo, con gran inestabilidad en su estructura y muy susceptibles a la erosión hídrica y eólica. Junto a los aportes eólicos de tipo loésico¹¹, ocurren importantes procesos de origen aluvial y fluvial, vinculados al gran aporte de materiales provenientes del sector montañoso andino. Estos sedimentos externos fueron rellenando la gran fosa tectónica chaco-pampeana.

El suelo se caracteriza por tener buenas condiciones de aireación y penetrabilidad para las raíces y una alta retención de agua, la que puede ser una desventaja en zonas semiáridas.

En toda la provincia la salinidad está casi siempre presente en alguna capa del suelo, y a veces se manifiesta desde la superficie, generando sectores ocupados por salinas, haciendo que las aguas subterráneas sean saladas. Además, las aguas subterráneas en gran parte de Santiago del Estero contienen un alto índice de arsénico de origen natural, producto de la disolución de minerales arseniosos vinculados a las erupciones volcánicas y a la actividad hidrotermal, principalmente en la Cordillera de los Andes [19].

¹¹ El loess es un material geológico sedimentario eólico. Lo forman depósitos de limo originados por la deposición de partículas y que son transportados por las tormentas de polvo a lo largo de miles de años [20].

3. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

3.1. ÍNDICES SOCIOECONÓMICOS

La República Argentina es un Estado federal descentralizado, integrado por un Estado nacional y veintitrés estados provinciales autónomos que constituyen la federación. Tiene una población de 43.847.000 habitantes [21] de las cuales aproximadamente un 8% es rural [22]. Argentina ocupa el puesto número 45 del ranking de desarrollo humano con un Índice de Desarrollo Humano (IDH) de 0.827 puntos, que ajustado por el Índice de Desigualdad (distribución de la riqueza) desciende a 0.698 puntos. El índice de Desigualdad de género es de 0.362 puntos y se encuentra en el puesto 77 [23].

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), surge en los años 90 como consecuencia de las ideas del filósofo y economista Amartya Sen para medir el desarrollo de un país más allá del crecimiento económico [6]. En este nuevo enfoque de desarrollo, impulsado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo Humano (PNUD), surge el IDH que combina una serie de indicadores que incluyen una componente de salud (esperanza de vida al nacer), una de educación (media de años de escolaridad, años de escolaridad previstos), y una de economía (ingreso nacional bruto per cápita) [24].

Junto con el IDH, aparecieron otros indicadores como son el de Desigualdad de Género y el de Desigualdad (de distribución de la riqueza) que se utilizan para corregir el IDH con el fin de reflejar mejor la calidad de vida de los países. Para calcular el IDG se tienen en cuenta aspectos de salud reproductiva (mortalidad materna y embarazo adolescente), de empoderamiento (escaños parlamentarios, niveles de instrucción) y del mercado laboral (participación de las mujeres en la fuerza laboral del país) [24].

Todos esos datos se recopilan para un listado de 148 países, en el Informe de Desarrollo Humano que el UNDP publica cada año.

En Santiago del Estero habitan 874 mil personas [25], el 2.2% de la población total del país. La población rural es de 273 mil personas (más del 30% de la población santiagueña) de las cuales el 74% vive a campo abierto o en localidades de menos de 2000 personas. La densidad poblacional es de 6.4 personas por kilómetro cuadrado, menos de la mitad del país [26].

Santiago del Estero se encuentra en una situación muy desfavorable en comparación con la media argentina: A finales del 2013 presentó un ingreso per cápita de \$1760, el tercero más bajo del país y 36% más bajo que la media nacional; tan sólo el 46% de la población tenía algún tipo de cobertura de salud; la tasa de analfabetismo era del 4%, la quinta más alta del país; y la tasa de NBI (Necesidades Básicas Incubiertas) era del 17.6%, duplicando a la media nacional [26].

Estos datos, se ven reflejados en los principales indicadores a nivel nacional e internacional, como son el Índice de Desarrollo Sostenible Provincial (IDSP) y el IDH provincial. El IDSP surge a manos del PNUD Argentina para captar el grado de desarrollo de las provincias y su posición relativa dentro del país, disgregando datos e información a

nivel provincial. Se compone de tres variables: crecimiento económico (ingreso per cápita y capital humano), inclusión social (pobreza relativa, empleo formal e informal, salud y educación) y sostenibilidad ambiental (emisiones de gases de efecto invernadero, y generación y disposición de residuos) [27].

Jurisdicción	IDH	Dimensiones			Ranking
		Índice de esperanza de vida	Índice de educación	Índice de ingresos	
Tierra del Fuego	0.887	0.893	0.983	0.787	1
Santiago del Estero	0.817	0.856	0.984	0.611	23
Chaco	0.816	0.836	0.992	0.621	24
Total del país	0.848*	0.870	0.991	0.682	

Tabla 1. Índice de Desarrollo Humano Provincial, elaboración propia [27]

Jurisdicción	IDSP	Dimensiones			Ranking
		Crecimiento económico	Inclusión social	Sostenibilidad ambiental	
CABA	0.792	0.761	0.770	0.840	1
Santiago del Estero	0.313	0.432	0.297	0.238	24
Total del país	0.570	0.512	0.491	0.735	

Tabla 2. Índice de Desarrollo Sostenible Provincial, elaboración propia [27]

Santiago del Estero se encuentra en situación crítica, ocupando las últimas posiciones. Cabe destacar que en términos de sostenibilidad ambiental, se posiciona último con un 0.238 muy por debajo de la media nacional. Esto es debido a la deforestación masiva de bosque nativo provocada por el avance de la frontera agropecuaria.

Asimismo, se tienen en consideración los alarmantes valores de Necesidades Básicas Incubiertas (NBI) por departamento en la provincia de Santiago del Estero. El NBI es utilizado en Argentina para medir la pobreza, y consiste en determinar el grado de satisfacción (o inexistencia) de un conjunto de necesidades básicas. Por debajo de un nivel mínimo fijado se considera que el hogar (unidad estadística) no cubre dicha necesidad y se define como "pobre".

En el departamento de Alberdi, el %30.6 de los hogares no tienen las necesidades básicas cubiertas, frente al 15.6% en la región Noroeste Argentino (NOA) y el 9.1% del país. Además, la mitad de departamentos en la provincia de Santiago del Estero tiene un NBI del 25% o mayor [26].

3.2. HISTORIA, POLÍTICA Y TENENCIA DE TIERRAS

Los grupos prehispánicos, desarrollaban una economía de subsistencia, donde la agricultura estaba estrechamente relacionada con los ciclos de inundación-sequía y con el uso de las tierras más fértiles.

Con la llegada de los conquistadores, el uso del suelo santiagueño y el tipo de asentamiento humano cambió substancialmente. Las tierras consideradas comunitarias por los nativos pasaron a ser de propiedad privada, ya sea encomienda, merced o particular. En el siglo XVII, las encomiendas fueron reemplazadas por las reducciones y posteriormente por las estancias, con espacios cada vez más amplios. Se fueron conformando entonces, formas socioeconómicas y políticas semif feudales.

Hacia fines del siglo XIX, a nivel nacional comenzó a producirse la denominada *colonización agraria*, entendida como la ocupación de la tierra por inmigrantes extranjeros impulsada desde los gobiernos federales. Mientras tanto, en el monte santiagueño se desarrollaba otro estilo de producción y ocupación territorial denominado el *obraje*, que consistía en instalaciones dentro de los bosques de quebracho colorado para la tala de árboles a gran escala [28]. De la depredación forestal, sólo volvía a la provincia los miserables salarios del obraje y dejaba detrás de sí campos improductivos. y consecuencias socioeconómicas y ecológicas desastrosas en todo el Chaco Sudamericano.

Asimismo, esta forma de producción condenó al campo santiagueño a la miseria, destruyendo poblaciones tradicionales y dando pie a un fenómeno migratorio de proporciones, que hizo que Santiago del Estero pasara de tener el 10% de la población del país en ocasión del primer censo nacional en el año 1869 (3ª jurisdicción en población, después de Buenos Aires y Córdoba), a tener en el año 2001 poco más del 2% de los habitantes del país y ser la 12ª jurisdicción en términos de población [29].

Después de la situación desfavorable en Santiago del Estero, el Obraje y la migración masiva de proporciones exageradas, en 1989 con la llegada de Carlos Menem a la Presidencia Nacional, se produce una pérdida de las funciones sociales del Estado y comienza la aplicación del Consenso de Washington. La intensidad de la exclusión social y desprotección de aquel sector fue extrema ya que las políticas hacia los pequeños productores agropecuarios tuvieron que ver más con el asistencialismo para frenar el descontento social que con un genuino fomento al desarrollo rural [30].

Por otro lado, con el *boom* de la soja, comenzó a hablarse de la *pampeanización* de la región chaqueña, que consiste en el desarrollo de una actividad agrícola de altos insumos, extraordinariamente rentable en el corto plazo, con rindes y precios que permiten costear desmontes masivos. La expansión de la frontera agropecuaria en Santiago del Estero dio como resultado la aparición de numerosos conflictos de tierra, debido a que grandes terratenientes o empresarios provocaron un desplazamiento masivo del campesinado que no tenía regularizados (en términos del código civil) sus posesiones de la tierra.

En los años noventa, el Estado Provincial es atravesado por la corrupción, el autoritarismo y la protesta social. Esto pone de manifiesto la inacción del gobernador Carlos Juárez¹² para revertir la pobreza rural o para poner freno a los desalojos de tierras del sector campesino. Incluso llegó a modificar, en septiembre de 2000, el Código Criminal y Correccional para posibilitar al poder judicial desalojar a las familias campesinas acusadas de ser intrusas ante el solo pedido del supuesto dueño y con el solo requisito de que el derecho invocado sea verosímil [30].

El avance de la frontera agropecuaria sobre las posesiones campesinas empezó a encontrar resistencias hacia mediados de los años 80 y especialmente desde fines de los años 90 hasta el presente en toda la provincia, que alcanzó su máxima expresión en la conformación del Movimiento Campesino de Santiago del Estero (MOCASE). De este modo, el campesinado como sujeto colectivo, empezó a dar una respuesta contenciosa al proceso de “desalojos silenciosos” [28].

3.3. CAMPESINADO, ESTRUCTURA AGRARIA Y POBREZA

Santiago del Estero ha mostrado similitudes con respecto al resto de América Latina en cuanto a la presencia de una estructura agraria bimodal, es decir, una distribución desigual de la tierra expresada en la dualidad minifundio/latifundio. En la provincia, el 50% del total de las explotaciones agropecuarias (EAPs)¹³ concentran solo el 2% del total de la tierra.

Aún así, una característica que la hace muy diferente con respecto a los países del continente, es la presencia de un tipo de explotación agropecuaria que se denomina *sin límites precisos*. En tales unidades productivas no se puede registrar la cantidad de hectáreas que componen la explotación y las mismas suelen localizarse dentro de áreas más extensas caracterizadas por el régimen jurídico. Es decir, que “poseen” la tierra como si fueran los dueños pero sin tener títulos de propiedad, lo cual ha dado lugar a continuos conflictos.

Aproximadamente el 60 % del sector campesino está compuesto por explotaciones sin límites definidos y estas se desarrollan generalmente en áreas de secano con condiciones agroecológicas marginales y falta de agua para riego. Asimismo, están estrechamente relacionadas con extensas superficies de tierra (especialmente de monte) y una fuerte pecuarización (desarrollo de la producción pecuaria).

¹² Carlos Juárez (1916-2010) (Régimen juarista): Gobernó directa o indirectamente la provincia durante más de medio siglo, lo que le valió la consideración de *caudillo*. Durante su gobierno, se llevaron a cabo políticas semifeudales, corruptas y autoritarias, fuertes censuras, excesos de poder y violencia, desalojos de tierras, persecuciones políticas y largas listas de venganzas personales. Con una tasa alta de población rural, la provincia se proclamó como una de las menos productivas y más pobres del país y se culpabilizó a la propia sociedad de su situación de pobreza, convenciéndoles de que no había otra alternativa. El régimen juarista llegó a su fin con la intervención Federal de 2004 en un contexto de protesta social por los excesos de poder [31].

¹³ Como concepto, el de explotación agraria se relaciona y opone al concepto de propiedad agraria y al concepto de parcela: una explotación puede englobar una o varias parcelas, continuas o no, pertenecientes al mismo propietario o a propietarios distintos.

En consecuencia, en las EPAs sin límites definidos convergen los elementos que consolidan el círculo de la pobreza extrema: ausencia de infraestructura básica (agua, salud, vivienda, educación, estructura productiva, tierras marginales, etc.), recursos degradados y precariedad en la tenencia de la tierra (ocupantes) junto con una fuerte exclusión social, económica y política [30].

3.3.1. Avances hacia el desarrollo campesino

La parcela campesina constituye una unidad donde convergen actividades de tipo productiva y reproductiva que no necesariamente se mercantilizan para desarrollarse. Por el contrario, en muchas ocasiones la no-mercantilización ha resultado clave para la permanencia de la parcela. Por consiguiente, la valoración que se tiene del espacio rural es central a la hora de discutir los proyectos de desarrollo, dejando de considerar a la ruralidad como una categoría residual frente a lo moderno y lo urbano para repensarla como un espacio decisivo en la reestructuración de las economías de la región.

Surgiría así la posibilidad de analizar las transformaciones de las parcelas campesinas fuera del marco de la expansión capitalista, utilizando no ya el dicotómico proceso de *campesinización-descampesinización*, sino otras categorías como *inclusión-no inclusión* [28].

3.4. PAPEL DE LAS MUJERES RURALES Y TRABAJOS QUE DESEMPEÑAN

Las mujeres rurales argentinas, especialmente las campesinas, sostienen una específica pero a la vez imprecisa relación entre trabajo productivo y trabajo reproductivo, cuya consecuencia más notable es la invisibilidad de su trabajo productivo y por lo mismo su ausencia en las cuentas nacionales como una trabajadora que aporta al Producto Interno Bruto.

Realidades como la dispersión geográfica y la lejanía de los centros urbanos afectan al acceso a los servicios básicos y a la calidad a la que toda familia aspira: propiedad de la tierra, salud, educación, información, vivienda, caminos, comunicación, entre muchos otros.

Es evidente que esta realidad afecta de manera diferente a hombres y mujeres, siendo las segundas más vulnerables a las situaciones de pobreza, ya que tienen comparativamente menos acceso a la educación, menor acceso a la propiedad de la tierra, menor acceso al empleo, salarios más bajos por el mismo trabajo, menor oportunidad de acceso a trabajos estables y bien remunerados. A esto se agrega la responsabilidad absoluta del trabajo doméstico y la crianza de los hijos, factor que innegablemente limita sus opciones y oportunidades de trabajo y de participación social y política.

A continuación, se describe y caracteriza el trabajo que realizan las mujeres rurales argentinas, partir de diversos diagnósticos participativos realizados en los últimos 10 años [32].

3.4.1. Trabajo reproductivo

La división sexual y social del trabajo pone a las mujeres como responsables del trabajo reproductivo dentro del hogar, que se agrega al trabajo productivo, concentrando gran parte de su tiempo disponible.

Se considera la reproducción femenina desde distintos aspectos:

- Reproducción biológica
- Reproducción social
- Reproducción de la fuerza de trabajo o cotidiana

La reproducción biológica es la dada por la naturaleza, es decir que las mujeres son quienes conciben y paren los hijos e hijas. Este hecho biológico se prolonga en el plano social y las mujeres reciben un mandato de maternidad que se presenta como ineludible desde los designios culturales, aún para las que no han sido madres biológicas. Las mujeres son quienes cuidan maternalmente no solamente a sus hijos e hijas sino también a sus padres, a su pareja u otras personas.

La reproducción social es la educación y transmisión de valores o tradiciones, como así también las actividades comunitarias que asumen las mujeres en las instituciones locales como la escuela, la iglesia u otras organizaciones sociales.

Cuando se dice que las mujeres son responsables de la reproducción de la fuerza de trabajo o cotidiana de la familia, se hace referencia al cuidado (higiene y salud) y alimentación de la misma como así también a la organización y mantenimiento del hogar, proveyendo las condiciones que permitan la recuperación de las energías empleadas en las actividades sociales y económicas del conjunto de los miembros de la familia.

Estas tareas no son remuneradas y no son percibidas ni contabilizadas social o económicamente como trabajo, ni siquiera por las propias mujeres. Se ve natural que sea un trabajo femenino.

Además, como ocurre en numerosos casos, parte de los alimentos se obtienen en la misma explotación agropecuaria lo que implica una tarea adicional. Estas actividades que son productivas, al ser realizadas por las mujeres se las consideran reproductivas (crianza de animales menores, cuidado de la huerta o preparación del almuerzo para los trabajadores).

La asignación exclusiva de las labores domésticas y la crianza y cuidado de los hijos a las mujeres es una de las fuentes principales de la inequidad en las relaciones de género,

ya que es uno de los factores más importantes que mantiene a las mujeres aisladas de las esferas públicas, lugar donde operan los procesos que contribuyen a generar el cambio tecnológico, económico, político y social de un país [32].

3.4.2. Trabajo productivo

Los trabajos que realizan las mujeres varían en las diferentes regiones, pero en la mayor parte de las agriculturas familiares participan en la actividad de renta de la finca, elaboran productos para la venta (artesanías, quesos, dulces, pan, etc.) y, cuando es posible, comercializan los excedentes de su producción de autoconsumo. Cuando estas actividades las realizan en el hogar junto a la familia y no reciben remuneración, son consideradas como ayuda.

Las mujeres rurales también trabajan fuera del terreno familiar en forma estacional o permanente, dependiendo del tipo de actividad. Lo hacen como jornaleras, en el servicio doméstico, en pequeños comercios, en la administración pública. Aún cuando son ellas las que cobran el salario, no siempre significa que decidan qué hacer con el dinero.

Cuando hay trabajo pecuario, las mujeres dedican un número variable de horas para el cuidado de los animales. Ordeñan los animales a la mañana temprano y en muchas regiones se ocupan del pastoreo de los rebaños. En la época de pariciones, el trabajo se recarga sobre todo por la alimentación de las crías.

La cantidad de tiempo dedicado al trabajo doméstico aumenta en las zonas donde hay problemas de acceso a los recursos naturales porque las mujeres ocupan más tiempo en la recolección de leña y agua. Además, los animales deben caminar mucha distancia rastreando alimento y bebida y la búsqueda de los mismos para encerrarlos en el corral a la noche es un tiempo adicional de trabajo. El acceso al agua y a la leña –o al combustible necesario para cocinar–, como la cercanía entre las casas, la escuela y comercios, por ejemplo; disminuye las horas que las mujeres dedican a las actividades domésticas.

Las actividades comunitarias se realizan, en general, a la tarde. La recreación es limitada y se refiere, especialmente, a la visita de vecinos y familiares, escuchar la radio, ver la televisión, tomar mate y, en muy pocos casos, al juego con los niños/as.

Por otro lado, existe una mayor flexibilidad para la incorporación de las mujeres en las tareas productivas para el mercado (por ejemplo, por migración de los varones o por necesidad en alguna actividad que necesita mano de obra en forma intensiva en el cultivo) que en la sustitución de ellas en los trabajos domésticos-reproductivos. Esto implica que cuando las mujeres destinan una proporción mayor de sus horas al trabajo productivo y nadie las reemplaza en sus actividades domésticas, el descanso y la recreación son postergadas.

Las mujeres tienen una escasa valoración de su trabajo y no advierten la cantidad de horas que trabajan en el día ni como esto limita su participación en actividades

comunitarias y sociales. Al hacer los presupuestos de tiempo, se pone en evidencia su trabajo, lo poco valorado que está, lo invisible que es y lo efímero de sus esfuerzos [32].

3.5. MUJERES RURALES Y AGUA

Cuando analizamos los diferentes roles y responsabilidades de las mujeres y los hombres en el acceso, uso y control del agua saltan a la vista importantes desbalances de género en el trabajo requerido para conseguir el agua, en los usos domésticos de la misma y en la participación en las estructuras comunitarias que gestionan y deciden sobre el recurso.

El análisis de género aplicado al uso y gestión del agua busca recopilar toda la información necesaria para que podamos identificar las brechas de género¹⁴ existentes en el acceso, uso y control del recurso agua, y para comprender cómo se generan y reproducen estas brechas.

- **Primera brecha: ámbito del trabajo**

Como reflejo de la división sexual del trabajo, las tareas requeridas para construir, mantener, administrar y hacer sostenible el sistema de agua siguen pautas de género que excluyen a las mujeres de aquellas tareas más valoradas en términos económicos y sociales.

- **Segunda brecha: ámbito de la participación en los espacios de poder**

Las mujeres participan en las estructuras comunitarias que deciden sobre la gestión del sistema de agua, pero lo hacen en menor proporción que los hombres y ocupando, en general, posiciones subalternas y/o de escaso poder de decisión.

- **Tercera brecha: ámbito social y pautas culturales**

En términos de responsabilidades culturalmente establecidas, las mujeres y las niñas son -y se sienten- las responsables de las tareas domésticas que requieren del agua para su realización y los hombres, se sienten los responsables de que los hogares tengan acceso a un sistema de agua potable cuando este involucra una obra de infraestructura. Sólo cuando el acceso al agua se logra mediante fórmulas precarias (acarreo manual desde un río o pozo) o cuando no hay hombres adultos en el hogar, está bien visto que las mujeres asuman el protagonismo central en la tarea de conseguir el agua.

Estas diferentes posiciones de mujeres y hombres ante el acceso y uso del agua son consideradas naturales y están profundamente interiorizadas en el medio rural: es natural que las mujeres realicen solas todas aquellas tareas domésticas que requieren el agua como insumo (y las demás también) y que la acarreen desde donde se encuentre si no

¹⁴ Se llama brecha de género a la distancia existente entre el nivel alcanzado por las mujeres y hombres respecto a determinadas variables: acceso, participación, control de los recursos, servicios, oportunidades o beneficios sociales entre otras [6].

llega a la vivienda; y también es natural que los hombres se encarguen de traer al hogar un servicio básico que es gestionado en el espacio extra doméstico, comunitario, que involucra a instituciones públicas y de la cooperación internacional, y que requiere una obra de infraestructura que utiliza maquinaria pesada, trabajo físico pesado e interlocución con personal técnico (masculino, en general) [33].

4. METODOLOGÍA

El objetivo del análisis, es caracterizar y conocer cuál es la situación actual en cada paraje. Para ello, se obtiene la mayor información posible para entender la situación de cada familia y de la comunidad en conjunto, y así, posibilitar una solución o alternativa integral, adaptada a la cultura, a la comunidad y a cada familia, que aproveche los recursos del lugar y sea sostenible con éstos.

Para transversalizar el género también en la metodología, se tendrá en cuenta la opinión de las mujeres, su participación real, sus preocupaciones e intereses, y en una situación ideal, se hará que sean parte de la investigación (teniendo en cuenta sus propuestas y qué necesidades tienen para formar parte de la investigación o ser entrevistadas).

Para conocer la situación actual, se ha realizado un trabajo de campo en el que se han utilizado diversas fuentes:

- Fuentes de agua
- Experiencia personal: Observaciones en Santos Lugares
- Cuestionario Familiar
- Pertenencias de cada familia
- Georreferenciación de las viviendas y los lugares de interés

La puesta en contacto con las familias, se ha realizado mediante una reunión informativa en cada comunidad, que comunicó con antelación mediante la radio local.

4.1. FUENTES DE AGUA

El objetivo es obtener una visión general de la situación del agua en cada comunidad. Se han caracterizado y descrito las diversas fuentes de agua existentes (potables y no potables).

4.1.1. San Antonio

- Represa



Figura 11. Represa de San Antonio

Es una represa muy amplia ubicada en la mitad del paraje. Alrededor de su perímetro (que aumenta o disminuye según la época del año) se encuentran pozos surgentes de agua. Cuando la represa está llena, los pozos quedan sumergidos

debajo del agua de la represa y cuando ésta se seca, sale agua del pozo propiamente.

El pozo que estaba descubierto en Julio, tiene unos 15 m de profundidad. Está cubierto por una planta verde que no se ha logrado identificar (podría ser *Lemma minor*). Esta, ayuda a evitar la evapotranspiración del agua, por lo que resulta muy útil.



Figura 12. Pozo de la represa de San Antonio



Figura 13. Planta verde que cubre el pozo de San Antonio

A pesar de contener un agua turbia y de color marrón, es la principal fuente de agua de San Antonio. El 61 % de las familias utilizan el agua de la represa para beber, y muchas agregan lejía para matar los microorganismos, aunque el 36 % de éstas no utilizan nada para desinfectar el agua. El 100 % de las familias utiliza el agua de la represa para otros usos como la limpieza o el aseo, y suelen agregarle cal o cloro para aclararla.

Asimismo, el ganado se sirve del agua de la represa para beber. Los usos se mezclan, por lo que resulta peligroso.

- Centro sanitario

En el paraje, existe la posibilidad de pedir agua al centro sanitario, donde disponen de una cisterna grande que almacena agua de lluvia. Al día, los habitantes tienen la opción de recoger uno o dos baldes de agua para consumo humano. Se da servicio para abastecer a los bebés y a las niñas y los niños de la comunidad. A pesar de ello, hay únicamente 4 familias que piden agua.

Resulta llamativo que haya familias que eviten pedir agua, teniendo que darles a sus bebés leche con el agua de la represa. Las razones son variadas: sentir vergüenza por tener que pedir, desconocer el servicio, rivalidad entre familias, dejadez, costumbrismo, etc.

En una entrevista, dos mujeres nos aseguraron que las familias del Norte piden agua mientras que las del Sur no, aunque no nos explicaran el porqué. Otra mujer que acababa de instalarse en el paraje debido a su reciente matrimonio, contaba que existía rivalidad entre las familias y que supuestamente a algunas familias no se les daba agua. Hubo una familia que explicaba que el centro sanitario se encontraba muy lejos para rellenar un solo balde de agua. (había 3-5 minutos caminando desde esa casa). Actualmente, las familias que piden agua son cuatro y representan el 22 % del total.



Figura 14. Centro sanitario de San Antonio

- Pozo

Se halla un pozo salado de propiedad privada, aunque normalmente las familias que tienen la vivienda cerca del pozo lo usan cuando hay escasez de agua en la represa. El agua es muy salada y ni siquiera sirve para lavar la ropa, el jabón "se corta" y no hace espuma.



Figura 15. Pozo salado de propiedad privada, San Antonio

- Camión cisterna municipal

Actualmente, hay únicamente cuatro familias (22%) que piden agua al camión cisterna municipal. Este camión, acarrea agua desde el Canal de la Patria, hasta la mayoría de parajes de Santos Lugares, aunque los clientelismo políticos hacen que el "servicio público" no sea equitativo ni justo. No todas las familias tienen acceso al mismo, registrándose casos de boicot hacia algunas. El mecanismo de gestión de este servicio, se basa en proveer de agua a las familias que lo solicitan. Como hay mucha demanda y las distancias son muy largas, el camión no consigue abastecer a toda la población. A pesar de ser uno de los parajes más humildes, el camión no pasa frecuentemente por San Antonio. Esto es debido a la lejanía del Canal de la Patria y la dificultad que tiene el camión en llegar hasta San Antonio por los caminos existentes.



Figura 16. Camión cisterna municipal "Comisionado Munic. Sto. Lugares. Gestión: Raúl y Osky Miranda. Distribución gratuita de agua"

- Aqua de lluvia

El 27% de las familias tienen algún tipo de sistema de captación de agua de lluvia. Hay muchas que levantan agua de lluvia en bidones o valiéndose del Nylon que recubre el techo de sus hogares para recoger agua desde el tejado.

Tan solo 4 familias (22%) tienen cisterna en buen estado, aunque solo 1 familia (5,5%) posee una suficientemente grande como para almacenar agua de lluvia para todo el año. El 78% restante, utiliza bidones de 100 a 1000 litros de capacidad para almacenar agua de cualquier procedencia.



Figura 17. Casa de ladrillo con tejado de chapa y canaleta para conectar en época de lluvias con un bidón de 1000 litros

4.1.2. Overa

- Pozo surgente

Se construyó un pozo surgente mediante un proyecto participativo de la *Unión de Pequeños Productores del Salado Norte (UPPSAN)*¹⁵. Casi todas las familias del paraje Overa se involucraron tanto económicamente como en los trabajos de campo.

A diferencia de los pozos convencionales, los pozos artesianos son aquellos en los que el agua subterránea bajo presión asciende por encima del nivel del acuífero, diferenciándose los que tienen una salida de flujo libre a la superficie (pozos artesianos surgentes) y los que no (pozos artesianos no surgentes).

Para que exista un sistema artesiano, deben cumplirse dos condiciones: que el acuífero sea inclinado, de modo que un extremo pueda recibir agua y que se encuentre entre acuicludos¹⁶ encima y debajo del acuífero, para mantener el agua bajo presión. Cuando se perfora esta capa, la presión creada por el peso del agua situada encima obliga al agua a elevarse hasta la altura de la superficie piezométrica.

¹⁵ La UPPSAN es una organización campesina a favor de los derechos del campesinado, que trabaja para la defensa de la tierra (o contra los desalojos de tierra) y el desarrollo comunitario. En la actualidad forman parte unos 300 socios y socias a los cuales se les asigna la denominación de "pequeños productores" pues son familias campesinas que viven de la cría de sus animales (vacas, cabras y gallinas) y de la siembra para su autoconsumo. Geográficamente está ubicada en la provincia argentina de Santiago del Estero, departamento Alberdi, al norte [34].

¹⁶ Un acuicludo es una formación geológica poco permeable, que conteniendo agua en su interior incluso hasta la saturación, no la transmite, por lo tanto no es posible su explotación [35].

En Overa, el pozo es surgente y el agua brota libremente derramándose por la superficie creando una laguna. Esto es debido a que la superficie piezométrica se sitúa por encima del terreno



.Figura 18. Pozo surgente y laguna formada en Overa

El agua del pozo, es salada y tiene niveles medios de arsénico por lo que no lo utilizan para consumo humano, aunque sí es apta para consumo animal. El 60% de las familias lo utiliza para la limpieza y el higiene ya que el agua se presenta bastante cristalina. Los animales que pastan libremente (cabras, cerdos y vacas) beben de la laguna que el pozo surgente crea, que es algo más dulce ya que se mezcla con el agua de lluvia.

- Camión comisionado

Al igual que en San Antonio, el camión del comisionado abastece de agua del Canal de la Patria a las familias amigas del comisionado. En el caso de Overa, abastece a más familias que en San Antonio debido a la proximidad del paraje respecto al canal de la patria.

Actualmente, el camión abastece al 40% de las familias y boicotea al 30%. Estas últimas solicitan agua pero nunca se les abastece a pesar de que el camión pueda transitar hasta su vivienda.

- Canal de la Patria

El Canal de la Patria se sitúa a unos 20 km de Overa, una distancia relativamente cercana. Esta derivación toma aguas de la margen izquierda del Río Salado y posee un prolongado ramal secundario. Está íntegramente revestida en hormigón y no está cercado, posibilitando a los animales acceder al canal en ciertos puntos.



Figura 19. Canales en la provincia de Santiago del Estero

En Overa, el 80% de las familias la utiliza para abastecerse. Las familias que no son abastecidas por el camión del comisionado, van a buscar agua al canal en carretilla o pagan a un particular para que se la lleve.

De las ocho familias que se abastecen de agua del canal, siete la utilizan también para consumo humano, sin agregarle ninguna sustancia para desinfectarla.

- Agua de lluvia

El 80% de las familias dispone de algún tipo de sistema de captación, pero el 25% de esas familias almacena el agua de lluvia recogida con los sistemas de captación en bidones de 100-500 L porque no disponen de una cisterna.

Asimismo, el 60% de las familias en Overa disponen de una cisterna, aunque solo el 20% de todas disponen de uno suficientemente grande.



Figura 20. Sistemas de captación y cisternas sin tapa en Overa

4.2. EXPERIENCIA PERSONAL: OBSERVACIONES EN SANTOS LUGARES

Se han recogido datos e información de diversas fuentes: el alcalde, el médico, personas de Santos Lugares ajenas al proyecto, percepciones etc. A raíz de ahí, se ha dividido la información en los diferentes apartados que se muestran a continuación.

4.2.1. Sustento económico y medio natural

En San Antonio, el trabajo remunerado de las familias se basa en la producción y venta de postes de quebracho colorado. Debido a su ubicación aislada, a día de hoy no hay ninguna otra forma de conseguir dinero en el paraje y por ello es la comunidad con menor poder adquisitivo y mayor vulnerabilidad de Santos Lugares.

El bosque en esta zona es frondosa y con altos árboles, aunque éstos van mermando y cada vez necesitan ir a buscar madera más lejos. A pesar de ser la fuente principal de ingresos de todas las familias, la preocupación por la desaparición del bosque y en especial la del quebracho colorado es limitada, ya que pocas personas tienen conciencia respecto a esta problemática.



Figura 21. Bosque y caminos en San Antonio

En Overa, disponen de mayores facilidades (en comparación con San Antonio) para trabajar fuera del paraje debido a su ubicación cercana a la Ruta Provincial, por lo que las formas de conseguir sustento económico son más variadas. Hay familias que se dedican al carbón, a producir miel, haciendo trabajo estacional (o migratorio)¹⁷ o como personal funcionario en el ayuntamiento de Santos Lugares.

¹⁷ Como resultado de la diversidad del espacio nacional y de las formas de apropiación de la tierra y la selección étnica de la fuerza de trabajo, las migraciones definitivas y estacionales han sido características de la historia moderna argentina, de modo tal que la provincia de Santiago del Estero ha sido demográficamente tributaria de otras regiones del país hasta el presente, y pudo ser caracterizada como productora de mano de obra [36].

El bosque en esta zona es menos denso ya que muchos de los árboles altos han desaparecido y se compone por arbustos y matorrales de aproximadamente 1 ó 2 metros. Antiguamente, las familias tenían tradición de dedicarse al carbón, pero hoy en día, la actividad productiva está disminuyendo debido a los efectos nocivos sobre la salud de quienes trabajan el carbón y al aumento de la conciencia respecto a la conservación del bosque nativo. A pesar de ello, bastantes familias conservan su horno y trabajan el carbón.



Figura 22. Horno produciendo carbón y bolsas de carbón, en una casa de Overa

En los dos parajes, las familias se dedican además a la cría de animales a pequeña escala, generalmente para consumo propio, pero los venden en situación de necesidad.

Los trabajos más valorados por los habitantes de Santos Lugares y son la del personal médico y el profesorado.

4.2.2. Política local

El alcalde contribuye de diversas formas con las familias de Santos Lugares: proporciona ayudas materiales (bidones, ladrillos, chapas para el tejado etc.), transporta agua con el camión cisterna municipal a diversos parajes y es el encargado en incluir a las familias que lo necesiten en el Plan de Erradicación de Ranchos.

Sin embargo, la corrupción y los favoritismos hacen que se incumplan criterios justos de prioridad entre las familias. Las familias beneficiadas se eligen parcialmente con una fuerte inclinación hacia las amistades y los votantes¹⁸.

¹⁸ En un municipio tan pequeño como Santos Lugares, el voto no es secreto ya que todo el mundo sabe a quién vota cada familia.

Estos, reciben bienes materiales con dinero público, el camión cisterna municipal se les presenta con más frecuencia, y se les incluye en el Plan de erradicación de ranchos antes que a las familias que lo necesitan de manera más urgente. Por el contrario, las familias que no votan al alcalde o tienen enemistad con él, quedan desamparadas y en el peor de los casos boicoteadas.



Figura 23. Vivienda del plan de erradicación de ranchos

También es común en Santiago del Estero (y más aún en localidades pequeñas como Santos Lugares), prometer bienes materiales en campaña electoral a las familias de manera individual. Esto implica la competición y la confrontación entre ellas, ya que como se ha mencionado anteriormente, las ayudas solo llegan a las familias cercanas al alcalde o a las que tienen utilidad para el poder político.

4.2.3. Participación comunitaria

La participación social en Santos Lugares es escasa y es reflejo de una sociedad pasiva y sumisa. Esta actitud, palpable en Santos Lugares y en la provincia de Santiago del Estero en general, no es casualidad ni está escrita en los genes. Ha sido el fruto de medio siglo de proyecto juarista en el que la sociedad santiagueña ha visto modelarse violentamente su idiosincrasia, transformando el imaginario de una provincia de vida serena y agradablemente lenta a la de una pasividad e inactividad total [31].

A pesar de ello, han surgido organizaciones y movimientos campesinos por los derechos del campesinado y la liberación de la tierra como el Movimiento Campesino de Santiago del Estero (MOCASE), la UPPSAN etc.

En Santos Lugares, hay familias socias de la UPPSAN y realizan en la zona diversos proyectos de educación y concienciación, de abastecimiento de agua y mejora de calidad de vida. De hecho, la situación de las familias asociadas a la organización es significativamente favorable. En San Antonio, no hay ninguna familia asociada y el aislamiento geográfico no ayuda a la cohesión social, debido a la rivalidad entre las dos

familias principales. En cambio, en Overa hay varias familias asociadas y el presidente de la asociación (a nivel municipal) es del propio paraje.

En la UPPSAN, existen varias mujeres que están asociadas, pese a que la composición sea mayoritariamente masculina. Como parte del proyecto más amplio de ISF, se entrevistó a Ángela, una socia de la UPPSAN.

Se dedica al carbón y a producir vayas de madera y aseguraba no ser ama de casa y no querer serlo nunca. En un lugar donde los conocimientos de construcción son exclusividad masculina y se considera a las mujeres incapaces de realizar ese tipo de trabajos, construyó la cisterna de su casa junto con sus compañeros y compañeras mediante un proyecto de la UPPSAN. Y es que a menudo, la participación en el movimiento campesino se convierte en un punto de partida para promover cambios en los modelos tradicionales de género, y facilitar la construcción de relaciones más equitativas.



Figura 24. Cisterna de Ángela mediante proyecto de la UPPSAN.

Los movimientos sociales campesinos han contribuido a que las mujeres se reconozcan como actoras sociales capaces de cambiar la realidad. A través de su participación colectiva, luchan como clase campesina para luego cuestionar su situación como mujeres y cambiar su perspectiva acerca del trabajo fuera y dentro de la vivienda. Su inserción en las organizaciones les ha hecho adquirir recursos, información y conocimiento, a los cuales no hubieran tenido acceso sin su participación en la acción colectiva del movimiento social [37].

4.2.4. Enfermedades comunes

Se encuentran diversas enfermedades frecuentes causadas por la calidad de agua.

- Diarrea y gastroenteritis
- Parasitosis de todo tipo
- Hepatitis A: Ha disminuido por la reciente tendencia a la construcción de baños y letrinas.
- Hiperpigmentación cutánea y queratosis focal: Por el nivel de arsénico en el agua subterránea.

4.2.5. Medios de comunicación

Los habitantes de Santos Lugares utilizan la radio para comunicarse ya que no hay cobertura móvil en ninguna zona. Las radios base están distribuidas en algunas casas, y en los lugares de interés (el ayuntamiento, centro médico, capilla) para poder enviar mensajes y escucharlos por las radios receptoras al instante. También disponen de una emisora de radio local que repite dos veces al día los mensajes o avisos importantes.

4.3. CUESTIONARIO FAMILIAR

Se han visitado una a una todas las familias de San Antonio y Overa y se ha realizado una recopilación de datos relativos a las necesidades de agua, como les influyen y como lidian con ellas, los usos que le dan a cada agua, y de su forma de vida en general.

Para facilitar el trabajo de la obtención de información, se ha diseñado un cuestionario familiar (Anexo A). Este cuestionario, consta de tres grupos de preguntas con distintos objetivos para recoger información sobre diferentes aspectos. De esa manera, se busca que el análisis y la valoración de la comunidad (en conjunto como individualmente) sea más veraz.

Al tener en cuenta a la población afectada por el impacto de nuestro trabajo, se tiene en cuenta el rol que juegan los hombres y las mujeres, analizando datos segregados y las interacciones que se dan entre ambos.

El primer grupo de preguntas tiene como objetivo conocer a las familias integradas en el proyecto. Se ha preguntado el número de personas de cada familia, a que se dedican, los animales que tienen, las capacidades constructivas de cada persona etc.

El segundo grupo de preguntas se centra en el agua. El objetivo era conocer los usos, las fuentes de agua que utilizan para cada uso, el almacenamiento del que disponen, etc. Asimismo, se pregunta la situación de cada familia respecto a las necesidades básicas: saneamiento, electricidad y gestión de residuos.

El tercer grupo de preguntas trata temas sociales. Además de conocer la conciencia respecto a la problemática del agua cualitativa y cuantitativamente se ha preguntado sobre la participación ciudadana y movilización social de la comunidad.

En el Anexo A, se recogen todas las preguntas que se hicieron en el cuestionario con el ejemplo de una de las familias.

4.3.1. Composición familiar

Santiago del Estero tiene una tasa de natalidad de 18,01‰ [38], medio punto más alta que la nacional (17,36‰) y 10 puntos más alta que la española (8,80‰) [39]. Por otra parte, la pirámide poblacional presenta una estructura de tipo progresiva (Figura 25), en donde los jóvenes representan el grupo más significativo [40].

En San Antonio, el 54,8% son menores de edad, el 39% son adultos y el 6% corresponde con las personas mayores de 65 años. En Overa, el 52% son menores de edad, el 29,2% son adultos y el 18,8% son mayores de 65 años.

Tanto en San Antonio como en Overa la familia la compone una pareja heterosexual con sus hijas e hijos. Es habitual que cuando las parejas se casan, las mujeres se trasladen al paraje de su marido. En esa situación, dependiendo de la situación de los padres de él, se quedan a vivir en la casa parental o se construyen una cerca.

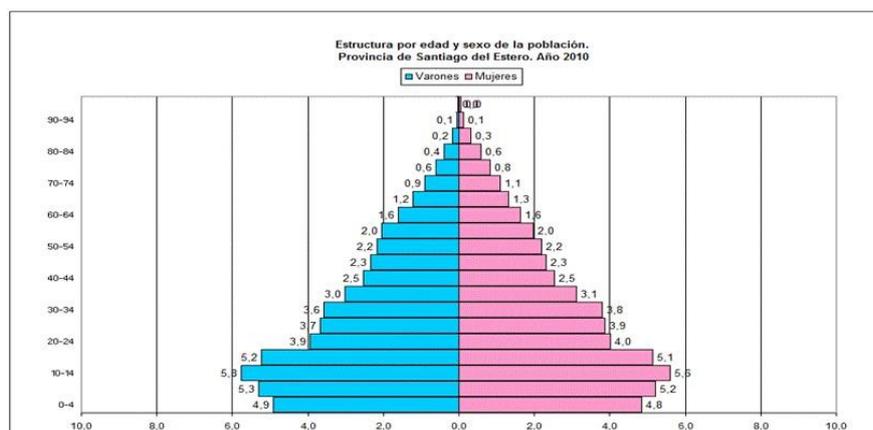


Figura 25. Pirámide poblacional de la provincia de Santiago del Estero.

Existe un alto grado de autoritarismo centrado en la figura paterna. La figura tradicional del hombre está relacionada con su capacidad de trabajo y su masculinidad, mientras que el de la mujer se fundamenta en su devoción a la familia.

También hay muchísimas niñas cuidando de sus hermanos o primas pequeñas, mientras que los niños de su edad juegan sin obligaciones.

SAN ANTONIO						
Nº Familia	Menores		Mayores de edad		Mayores de 65	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
1	-	-	-	-	1	-
2	2	-	1	1	-	-
3	2	3	1	1	-	-
4	1	-	2	2	-	-
5	3	2	1	1	-	-
6	3	1	1	1	-	-
7	3	1	1	1	1	-
8	-	-	-	2	-	-
9	3	2	1	1	-	-
10	3	3	1	1	-	-
11	-	-	-	-	1	1
12	-	-	-	-	-	1
13	3	4	1	1	-	-
14	-	-	-	3	-	-
15	1	2	1	1	-	-
16	-	-	1	1	-	-
17	-	1	1	1	-	-
18	2	1	1	1	-	-
Total	26	20	14	19	3	2
%	31,0	23,8	16,7	22,6	3,6	2,4
Total	46		33		5	
%	54,8		39,3		6,0	

Tabla 3. Población en San Antonio

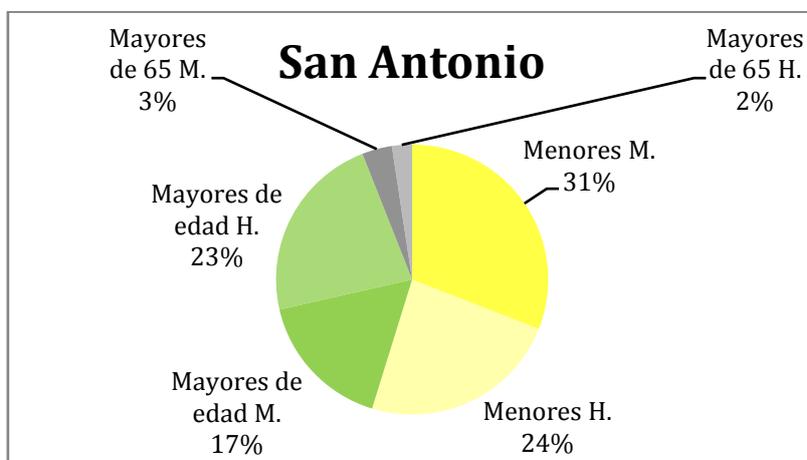


Figura 26. Proporción de mujeres y hombres por grupo de edad en San Antonio

OVERA						
Nº Familia	Menores		Mayores de edad		Mayores de 65	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
1	1	-	1	1	-	-
2	3	2	1	1	-	-
3	-	5	-	-	1	1
4	-	-	-	1	-	-
5	2	4	1	1	1	-
7	-	-	-	-	1	1
8	-	-	-	2	1	1
9	3	2	1	1	-	-
10	-	-	-	1	1	1
11	3	-	1	1	-	-
Total	12	13	5	9	5	4
%	25,0	27,1	10,4	18,8	10,4	8,3
Total	25		14		9	
%	52,1		29,2		18,8	

Tabla 4. Población en Overa

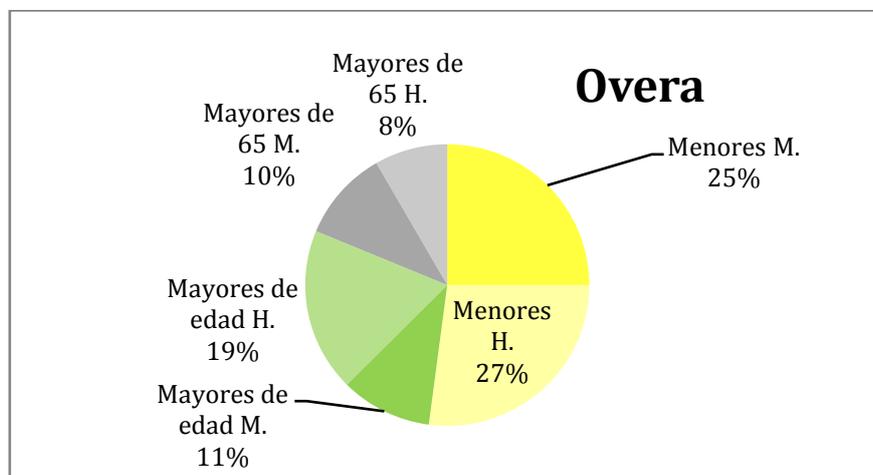


Figura 27. Proporción de mujeres y hombres por grupo de edad en Overa

4.3.2. Trabajos que desempeñan

Para mostrar de manera significativa la diferenciación de los trabajos que desempeña cada persona en el seno familiar, se han separado los trabajos no remunerados de los remunerados. Se ha querido reflejar la composición de la familia diferenciada por sexo mediante código binario (0-1) para saber si hay mujeres u hombres adultos en cada familia (Tabla 5. y Tabla 7. para San Antonio y Overa respectivamente).

Además, se ha puesto un espacio en el caso de que ninguna de las personas en la familia realice ese trabajo. Por ejemplo, hay familias en las que no hay ningún menor ni persona mayor que necesite cuidados, que no queman la basura, que no necesitan moverse para conseguir agua, que no tienen conocimientos de construcción o que no tienen animales.

Por otra parte, en la Tabla 6. y en la Tabla 8. se muestra el porcentaje de la realización de cada tipo de trabajo disgregado por sexo respecto del total de las familias en las que hay una mujer y un hombre adulto como mínimo y realicen cada tarea (no del total).

SAN ANTONIO											
F. Nº	Adultas		Trabajo no remunerado						Trabajo remunerado		
	M	H	Trabajo de casa	Cuidado de personas	Reparación construcción del hogar	Quemar basura	Ir a por agua	Cuidado de animales	Postes	Enfermería	Recibe pensión
1	1	0	Mujer	Mujer	-	Mujer	Mujer	-	-	-	-
2	1	1	Mujer	Mujer	-	Mujer	Mujer	-	Hombre	-	-
3	1	1	Mujer	Mujer	-	Ambas	Ambas	Ambas	Hombre	-	-
4	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	-	Ambas	-	Mujer	-
5	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Ambas	Ambas	Hombre	-	-
6	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Ambas	Mujer	Hombre	-	-
7	1	1	Mujer	Mujer	-	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	-	-
8	0	1	Hombre	-	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	-	-
9	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	-	-
10	1	1	Mujer	Mujer	-	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	-	-
11	1	1	Mujer	-	Hombre	Mujer	Hombre	Ambas	-	-	Hombre
12	0	1	Hombre	-	-	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	-	-
13	1	1	Mujer	Mujer	-	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	-	-
14	0	1	Hombre	-	Hombre	-	Hombre	Hombre	Hombre	-	-
15	1	1	Mujer	Mujer	-	Mujer	Ambas	Ambas	Hombre	-	-
16	1	1	Mujer	-	Hombre	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	-	-
17	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Ambas	Mujer	Hombre	-	-
18	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Ambas	Ambas	Hombre	-	-

Tabla 5. Trabajos que desempeñan en San Antonio disgregado por sexo

SAN ANTONIO	Familias que desempeñan el trabajo	Mujeres	%	Hombres	%
Trabajo de casa	14	14	100,0	0	0,0
Cuidado de personas	12	12	100,0	0	0,0
Reparación o construcción del hogar	8	0	0,0	8	100,0
Quemar basura	14	14	100,0	1	7,1
Ir a por agua	13	12	92,3	7	53,8
Cuidado de animales	13	13	100,0	6	46,2
Postes	12	0	0,0	12	100,0
Enfermería	1	1	100,0	0	0,0
Recibe pensión	1	0	0,0	1	100,0

Tabla 6. Realización de cada tipo de trabajo (%) disgregado por sexo, San Antonio

En San Antonio, de 18 familias hay 14 con una mujer y un hombre adulto como mínimo. Se observa que el 100% de las mujeres se ocupan del trabajo de casa¹⁹, del cuidado de las personas, de quemar la basura y del cuidado de los animales. A su vez, solo una mujer trabaja remuneradamente, además del trabajo no remunerado que desempeña.

Para los hombres los porcentajes cambian. Ningún hombre trabaja en la casa y solo uno quema la basura (7,1%). Por otra parte, el 100% trabajan remuneradamente o cobran pensión y son los que se encargan de reparar o construir el hogar en el caso de que tengan conocimientos en construcción.

OVERA												
Nº	Adultas		Trabajo no remunerado						Trabajo remunerado			
	M	H	Trab. casa	Cuidado de pers.	Reparación construcción del hogar	Quemar basura	Ir a por agua	Animal.	Carbón	Trab. Rem.	Miel	Recibe pensión
1	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	-	Ambas	-	-	Hombre	-
2	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	-	Mujer	-	-	-	Ambas
3	1	1	Mujer	Mujer	Ambas	-	Mujer	Ambas	-	-	-	Hombre
4	-	1	Hombre	-	-	-	Hombre	Hombre	-	-	-	-
5	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Ambas	Mujer	-	Hombre	-	-
7	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	-	Mujer	-	-	-	Hombre
8	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	-	Mujer	Hombre	-	-	-
9	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	-	Ambas	Ambos	-	-	-
10	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Ambas	-	-	Hombre	-	Hombre
11	1	1	Mujer	Mujer	Hombre	Ambas	Ambas	Mujer	-	Hombre	-	-

Tabla 7. Trabajos que desempeñan en Overa disgregado por sexo

¹⁹ Se ha definido como trabajo de casa la limpieza y salud, alimentación, organización y mantenimiento del hogar.

OVERA	Familias que desempeñan el trabajo	Mujeres	%	Hombres	%
Trabajo de casa	9	9	100,0	0	0,0
Cuidado de personas	9	9	100,0	0	0,0
Reparación o construcción del hogar	9	1	11,1	9	100,0
Quemar basura	8	8	100,0	1	12,5
Ir a por agua	4	4	100,0	3	75,0
Cuidado de animales	8	8	100,0	3	37,5
Carbón	2	1	50,0	2	100,0
Trabajo remunerado	3	0	0,0	3	100,0
Miel	1	0	0,0	1	100,0
Recibe pensión	4	1	25,0	4	100,0

Tabla 8. Realización de cada tipo de trabajo (%) disgregado por sexo, Overa

Se observa que el 100% de las mujeres se ocupan del trabajo de casa, del cuidado de las personas, de quemar la basura, de acarrear agua y del cuidado de los animales.

Ningún hombre hace trabajo en el hogar ni se ocupa de los cuidados y el 100% de ellos tienen un sueldo.

Como se ha podido comprobar, los roles de género tradicionales y la división sexual del trabajo están fuertemente enraizados en Santos Lugares. A las mujeres les corresponde la responsabilidad del trabajo reproductivo: crianza de hijas e hijos, cuidado de los miembros de la familia, cuidado y organización del hogar, recolección de agua, cría de animales etc. aunque también hay mujeres maestras o enfermeras, además de ser amas de casa. A los hombres les corresponde el trabajo productivo y remunerado: la construcción o reparación de la vivienda familiar y recolección de agua en grandes cantidades (cuando las mujeres necesitan ayuda) y también la cría de animales (dependiendo la familia).

El trabajo doméstico de las mujeres campesinas es muy sacrificado, superando al de los hombres. Además, este trabajo no sólo implica cargas físicas, sino psicológicas y morales (el cuidado de niños y niñas, personas mayores y enfermas), es especialmente susceptible de extenderse durante las veinticuatro horas del día y no tiene vacaciones.

Cabe destacar, que aunque el trabajo desempeñado por las mujeres aporte en la economía del hogar y les lleve más horas que el de los hombres, ambos lo consideran solo como una ayuda o un trabajo limitado a lo doméstico, desde una connotación subsidiaria. Además, es significativo que sean las mismas mujeres las que muchas veces no ven su propio aporte, que es tan invisible para ellas como para su entorno [37].

4.3.3. Habilidades constructivas

SAN ANTONIO						
Familia Nº	Postes	Quién?	Albañilería	Quién?	Construcción	Quién?
1	No	-	No	-	No	-
2	Sí	Hombre	No	-	No	-
3	Sí	Hombre	No	-	No	-
4	Sí	Hombre	Sí	Hombre	Sí	Hombre
5	Sí	Hombre	No	-	No	-
6	Sí	Hombre	Sí	Hombre	No	-
7	Sí	Hombre	No	-	No	-
8	Sí	Hombre	Sí	Hombre	No	-
9	Sí	Hombre	No	-	No	-
10	Sí	Hombre	Sí	Hombre	Sí	Hombre
11	Sí	Hombre	Sí	Hombre	No	-
12	Sí	Hombre	No	-	No	-
13	Sí	Hombre	No	-	No	-
14	Sí	Hombre	Sí	Hombre	No	-
15	Sí	Hombre	No	-	No	-
16	Sí	Hombre	No	-	No	-
17	Sí	Hombre	No	-	No	-
18	Sí	Hombre	Sí	Hombre	No	-
TOTAL	17	0	7	0	2	0
	%	0	%	0	%	0

Tabla 9. Habilidades constructivas en San Antonio

OVERA						
Familia Nº	Postes	Quién?	Albañilería	Quién?	Construcción de cisternas	Quién?
1	Si	Hombre	Si	Hombre	Si	Hombre
2	Si	Hombre	Si	Hombre	Si	Hombre
3	Si	Hombre	Si	Ambas	Si	Hombre
4	No	-	No	-	No	-
5	Si	Hombre	Si	Hombre	Si	Hombre
7	Si	Hombre	Si	Hombre	Si	Hombre
8	No	-	No	-	No	-
9	Si	Hombre	Si	Hombre	No	-
10	Si	Hombre	No	-	No	-
11	No	-	Si	Hombre	No	-
TOTAL	7	0	7	1	5	0
	%	0	%	14,29	%	0

Tabla 10. Habilidades constructivas en Overa

Como se puede ver, tan solo una mujer en Overa tienen nociones de albañilería. En ese caso particular, la mujer es la que sirve como ayudante de su marido, y le hace la mezcla

para los ladrillos. Exceptuando esa mujer, ninguna ha adquirido conocimientos constructivos.

Son los hombres quienes aprenden a construir y a manejar herramientas. A las mujeres no se les ve capacitadas para realizar este tipo de tareas que son muy valiosas y valoradas para las familias y la comunidad.

Por otra parte, se ha observado que las familias que tienen conocimientos constructivos gozan por lo general de una mejor calidad de vida. A menudo son las familias que disponen de cisterna, sistema de captación de lluvias, y no duermen en techos de paja donde puede anidar la Vinchuca.

En San Antonio (ver apartado 4.4.1.), la mayoría de las viviendas son precarias, ya que a pesar de que todos los hombres sepan hacer postes, muy pocos tienen habilidades en albañilería.

4.3.4. Usos del agua

SAN ANTONIO						
Familia Nº	CONSUMO HUMANO: Beber y cocinar					
	Lluvia	Lluvia (POSTA SANITARIA)	Camión municipal	Represa	Pozo privado	Agregan alguna sustancia
1				x	x	Lejía
2	x			x	x	Lejía
3			x		x	No
4	x					No
5	x		x			No
6				x		Cloro
7		x				No
8				x		No
9		x				No
10		x				No
11	x					No
12	x			x	x	Cloro o cal
13				x	x	Cal
14				x	x	Cal
15				x	x	Cal
16				x	x	No
17				x	x	Cal
18	x				x	Lejía
Total familias	6	3	2	10	10	-
%	33,3	16,7	11,1	55,6	55,6	-

Tabla 11. Agua para consumo humano en San Antonio

El 55,6% de las familias beben de la represa y del pozo privado. Como se ha mencionado antes, la represa de San Antonio es dulce pero tiene el agua marrón y los animales beben de ahí indistintamente. El agua del pozo privado es salada, aunque muchas familias la beben cuando la represa se seca. Para matar los parásitos que pueda haber y aclarar el agua, utilizan lejía, cloro o cal.

Tan solo el 33% de las familias bebe alguna vez del agua de lluvia, normalmente solo los meses de lluvias y hay una única familia que tiene una cisterna grande y una gran superficie de captación para toda la familia. Muchas de las que nos han dicho que utilizan agua de lluvia, recogen la lluvia que escurre de plásticos en baldes o similares, por lo que les alcanza durante poco tiempo.

SAN ANTONIO

F.Nº	HIGIENE Y LIMPUEZA					ANIMALES			MEZCLAN USOS
	Lluvia	Camión municipal	Represa	Pozo privado	Agregan des.	Camión municipal	Represa	Pozo privado	
1			x	x	Lejía				No
2			x	x	Lejía				No
3			x		No		x	x	No
4	x		x		No		x		No
5	x	x			No		x		No
6			x		Cloro				No
7			x		Cal		x		No
8			x		No		x		No
9		x	x		Cal	x	x		No
10			x	x	Cloro		x		No
11			x		Cloro		x		No
12			x		Cloro o cal		x		No
13			x	x	Cal		x	x	No
14			x	x	Cal		x	x	No
15			x	x	Cal		x	x	No
16			x	x	No		x		No
17			x	x	Cal				No
18	x			x	Lejía		x		No
Tot	3	2	16	9	-	1	14	4	0
%	16,7	11,1	88,9	50,0	-	5,6	77,8	22,2	0,0

Tabla 12. Agua para limpieza y animales en San Antonio

Casi todas las familias de San Antonio utilizan el agua de la represa o del pozo privado para la limpieza el higiene y dar de beber a los animales.

OVERA				
Familia Nº	CONSUMO HUMANO: Beber y cocinar			
	Lluvia	Pozo surgente	Canal de la Patria	Agregan alguna substancia
1	x			No
2	x		x	No
3	x		x	No
4	x	x		No
5	x			No
7	x		x	No
8	x		x	No
9			x	No
10	x		x	No
11	x		x	No
Total familias	9	1	7	-
%	90,0	10,0	70,0	-

Tabla 13. Agua para consumo humano en Overa

En Overa, el agua para consumo humano cambia sustancialmente. El 8 familias bebe agua de lluvia y a 2 de ellas les suele alcanzar para todo el año. Las 6 restantes utilizan el agua del canal de la patria para beber cuando el de lluvia se les gasta. Por otro lado, hay una familia que solo bebe del canal de la patria y otra que solo bebe del pozo surgente por "tener el estómago acostumbrado".

OVERA							
Familia Nº	HIGIENE Y LIMPUEZA			ANIMALES			MEZCLAN USOS
	Lluvia	Pozo surgente	Canal de la Patria	Lluvia	Pozo surgente	Canal de la Patria	
1		x	x			x	No
2			x			x	Si
3		x	x		x		No
4		x			x		No
5	x	x			x		No
7	x		x			x	Si
8	x		x	x		x	Si
9		x			x		No
10			x		x	x	No
11			x		x	x	No
Total familias	3	5	7	1	6	-	3
%	30,0	50,0	70,0	10,0	60,0	-	30,0

Tabla 14. Agua para limpieza y animales en Overa

Para la limpieza y el higiene las familias utilizan el agua del canal de la patria o del pozo surgente según proximidad o frecuencia con la que pasa el camión municipal a sus casas.

4.3.5. Saneamiento

En muchos casos en las comunidades rurales aisladas, el acceso inadecuado a servicios de saneamiento seguros, higiénicos y privados es una causa de vergüenza, malestar físico e inseguridad para millones de mujeres de todo el mundo. Diversas normas culturales prevén como inaceptable que las mujeres sean vistas defecando, forzándolas a salir de casa antes del amanecer o al caer la noche, para mantener así su privacidad.

Asimismo, existen numerosos tabúes y supersticiones acerca de la menstruación. Es visto como algo sucio que ocultar en la mayoría de culturas, dañando la autoestima y los cuidados personales que requieren las mujeres mientras menstrúan. Este problema, se ve agravado si las condiciones de higiene e intimidad no son las adecuadas. Además de efectos sobre la salud, el deseo de ocultar la regla puede suponer un peligro para la integridad física de las personas menstruantes, debido a la usual impunidad de las agresiones sexuales en las sociedades patriarcales y, en especial en lugares encubiertos y franjas horarias nocturnas.



Figura 28. Baño familiar en Overa

En el presente trabajo, se ha querido investigar acerca de las mujeres y el saneamiento, centrándose en la menstruación. En cambio, y como se había supuesto, ha sido imposible hablar abiertamente con las mujeres ya que no hubo tiempo suficiente para conseguir confianza e intimidad necesarias para hablar de temas tan tabú como son el saneamiento y la menstruación.

Muchas de las familias y en particular muchas de las mujeres se sentían incómodas en cuanto se preguntaba sobre el saneamiento, por lo que no se quiso insistir más. Se preguntó sobre el periodo a una mujer enfermera en San Antonio y respondió no saber la realidad de las otras mujeres en el paraje (ella dispone de baño y de agua en su casa).

En San Antonio, las familias que disponen de saneamiento (letrina y pozo ciego) representan el 27,7% del total y en Overa el 70%. Los resultados se muestran en la Tabla 15. y en la Tabla 16.

SAN ANTONIO					
Familia Nº	Mujeres	Mujeres adultas	Niñas menores	Letrina	Pozo ciego
1	1	1	-	No	No
2	3	1	2	No	No
3	3	1	2	Sí	Sí
4	3	2	1	Sí	Sí
5	4	1	3	No	No
6	4	1	3	No	No
7	5	2	3	No	No
8	-	-	-	No	No
9	4	1	3	No	No
10	4	1	3	No	No
11	1	1	-	Sí	Sí
12	-	-	-	Sí	Sí
13	4	1	3	No	No
14	-	-	-	Sí	Sí
15	2	1	1	No	No
16	1	1	-	No	No
17	1	1	-	No	No
18	3	1	2	No	No

Tabla 15. Saneamiento en San Antonio

OVERA					
Familia Nº	Mujeres	Mujeres adultas	Niñas menores	Letrina	Pozo ciego
1	2	1	1	Sí	Sí
2	4	1	3	Sí	Sí
3	1	1	-	No	No
4	-	-	-	No	No
5	4	2	2	Sí	Sí
7	1	1	-	Sí	Sí
8	1	1	-	No	No
9	4	1	3	Sí	Sí
10	1	1	-	Sí	Sí
11	4	1	3	Sí	Sí

Tabla 16. Saneamiento en Overa

4.3.6. Ganado

Todas las familias crían animales a pequeña escala para consumo propio. Los animales como vacas, cabras, caballos, burros y cerdos, beben agua de las represas independientemente, exceptuando las gallinas y las crías de los animales, que beben agua en el rancho con palanganas improvisadas.

SAN ANTONIO

Familia Nº	Cabras	Gallinas	Vacas	Caballos	Burros	Mulos	Cerdos	Patos	Pavos	Ovejas
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	10	20	-	-	1	-	18	-	-	-
4	Si tienen pero no han respondido									-
5	17	30	-	1	-	1	-	-	3	-
6	80	30	5	4	-	-	5	3	-	-
7	100	20	30	1	-	1	7	-	-	15
8	-	23	10	-	-	-	-	-	-	-
9	0	8	-	1	-	-	5	-	-	1
10	10	10	-	15	1	-	-	-	-	-
11	10	30	-	4	-	1	-	-	-	-
12	-	-	15	-	-	1	12	-	-	10
13	2	10	-	-	-	-	5	-	-	-
14	15	14	10	-	-	1	-	-	-	-
15	40	20	3	1	-	-	10	-	-	-
16	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
17	3	3	-	-	-	-	6	-	-	-
18	70	12	2	-	-	-	8	-	-	-
TOTAL	357	240	75	27	2	5	76	3	3	26

Tabla 17. Posesión de animales por familia en San Antonio



Figura 29. Cerdos bebiendo agua de la represa

OVERA										
Familia Nº	Cabras	Gallinas	Vacas	Caballos	Burros	Mulos	Cerdos	Patos	Pavos	Ovejas
1	80	20	40	-	-	1	7	-	-	-
2	74	60	30	-	-	-	-	-	-	-
3	80	60	15	15	-	1	14	-	-	12
4	20	6	20	1	-	1	1	-	-	-
5	100	50	70	20	-	-	40	-	-	-
6	No participa en el proyecto									
7	15	30	20	3	-	-	10	-	-	-
8	20	20	15	-	1	-	20	-	-	-
9	50	50	-	-	1	-	13	-	-	-
10	60	35	-	5	-	-	2	-	-	-
11	Comparten los animales con sus padres, la casa Nº 10									
TOTAL	499	331	210	44	2	3	107	0	0	12

Tabla 18. Posesión de animales por familia en Overa

4.3.7. Cultivos

Se observa que ningún habitante de la zona se dedica a la agricultura, ni siquiera para consumo propio.

4.4. PERTENENCIAS DE CADA FAMILIA

En las visitas a las casas, también se han examinado, contabilizado y cualificado todos los recursos que dispone cada familia para almacenar el agua: baldes, bidones, cisternas etc, la superficie de techo de chapa en buen estado (muchas únicamente tienen techos de paja o casas rancho).

4.4.1. San Antonio

SAN ANTONIO							
Familia Nº	Material de la vivienda	Superficie de chapa [m2]	Volumen baldes, pilones y bidones [L]	Volumen cisterna [m3]	Tapa	Pérdidas	Observaciones
1	Rancho	0	200	0	-	-	-
2	Rancho	0	80	0	-	-	-
3	Ladrillo y chapa	46	600	11000	No	Sí	En la parte superior
4	Ladrillo y chapa	71,36	200	24000	Sí	No	-
5	Rancho	0	2085	25000	Sí	No	Es una cisterna muy rara, cilíndrica y con plástico por dentro. No aguantará muchos años
6	Rancho	13,44	200	0	-	-	-
7	P.E.V	36	1760	0	-	-	-
8	Rancho	0	400	0	-	-	-
9	Ladrillo y chapa	22,77	3230	0	-	-	-
10	Ladrillo y paja	0	500	2430	No	No	Malas condiciones. Hace falta reparar
11	Ladrillo y chapa	33	1200	3820	Sí	No	Tapa casera
12	Rancho	0	3000	3820	Sí	No	Tapa casera
13	Rancho	0	20	1000	No	No	Malas condiciones. Hace falta reparar
14	Rancho	6,9	580	1700	No	No	Humedades. Hace falta reparar
15	Rancho	0	1100	1700	No	No	-
16	Rancho	0	750	5500	No	No	Malas condiciones.
17	Rancho	0	-	1410	No	No	-
18	Rancho	0	1000	0	-	-	-

Tabla 19. Infraestructuras en San Antonio

4.4.2. Overa

OVERA							
Familia Nº	Material de la vivienda	Superficie de chapa [m2]	Volumen baldes y bidones [L]	Volumen cisterna [L]	Tapa	Pérdidas	Observaciones
1	Ladrillo y chapa	49,34	1150	9500	Si	No	Tapa en malas condiciones. Puede que filtre
2	Ladrillo y chapa	46,576	200	14100	No	No	Deteriorada
3	Ladrillo y chapa	7,86	1600	16300	No	Sí	Tiene verdín
4	Rancho	0	500	0	-	-	
5	Ladrillo y chapa	101	700	32000	No	No	
7	P.E.V.	36	500	27000	No	No	
8	Rancho	21	1400	12800	Si	Si	La cisterna se vacía por las pérdidas
9	Ladrillo y chapa	32	1800	0	-	-	
10	Rancho	20,64	2100	930	No	Si	
11	Ladrillo y chapa	0	400	0	-	-	

Tabla 20. Infraestructuras en Overa

4.5. GEORREFERENCIACIÓN

Se ha creado un mapa georreferenciado a través de la aplicación *GeoTracker* para ubicar cada uno de los puntos anteriormente mencionados: la ubicación de cada vivienda familiar, las fuentes de agua y los lugares de interés comunitario.

Los planos se encuentran en el Anejo B.

5. SOLUCIONES TÉCNICAS

El objetivo del proyecto de ISF Argentina en Santos Lugares, es autoabastecer de agua de lluvia únicamente para consumo humano, por lo que no se proyecta para otros usos.

Después de realizar el trabajo de campo, con la participación y aprobación de las comunidades y basándose en la experiencia de ISF Argentina, se plantea un sistema de captación de agua individual para cada familia. Para que la solución sea equitativa y pretendiendo siempre eliminar o reducir las desigualdades en torno al abastecimiento de agua, se tomarán en cuenta las necesidades que tiene cada familia (según la cantidad de personas que vive en cada familia etc.) y los recursos que ya dispongan (cisternas y techos de chapa en buenas condiciones).



Figura 30. Construcción de techo de chapa para sistema de captación de agua de lluvia. ISF Argentina en la comunidad del Negroito [41].

Se descarta una solución de recogida de agua comunitaria ya que el terreno es llano y el transporte de agua a las casas sería complicado y requeriría una mayor inversión. Además, las temperaturas en verano son muy elevadas, y transportar el agua mediante tuberías haría que el agua se calentara mucho más rápido durante el verano. Lo ideal sería que el agua recolectada se almacenase bajo tierra en una cisterna tapada en cada rancho familiar, para que los y las habitantes dispongan del agua con mayor facilidad y comodidad. Asimismo, se posibilita la gestión y administración particular de cada familia de acuerdo a las necesidades específicas de cada una.

El objetivo de este proyecto, es que los habitantes de San Antonio y Overa dispongan de agua suficiente durante todo el año para consumo humano. Para ello, se han examinado las precipitaciones en Santos Lugares y se pretende que valiéndose de la recolección de las precipitaciones en la estación lluviosa, el agua alcance durante la época de sequía.

Este sistema de captación se divide en tres partes: La primera, consiste en una superficie de chapa acanalada colocada en el tejado de la vivienda familiar o sobre una estructura de postes de madera. En Santos Lugares, muchas de las familias se dedican a construir postes, por lo que la solución se integra perfectamente en la vida de la comunidad. La segunda parte incluye la canalización del agua captada con tuberías de PVC, con un filtro simple. La tercera parte es la cisterna de almacenamiento, que debe cumplir ciertos requisitos: ser lo suficientemente grande para almacenar el agua captada para el tipo de uso previsto, ser segura y de bajo costo y fácil de construir, entre otros.

5.1. CONSUMO DE AGUA

Como se ha mencionado anteriormente, los habitantes de Santos Lugares no utilizan agua potable para asearse, limpiar la casa ni dar de beber a los animales. El agua de lluvia que disponen, la utilizan únicamente para cocinar y beber, teniendo en la mayoría de los casos una fuente asequible de agua salada no potable para el resto de los usos.

La cantidad de agua potable para el consumo humano se clasifica en cuatro niveles de servicio en función del nivel de efecto en la salud que causan [9].

Nivel de servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas	Nivel del efecto en la salud
Sin acceso (<5 L/pers.-día)	>30 minutos	Consumo. No se puede garantizar higiene o no se puede (a no ser que se practique en la fuente)	Muy alto
Acceso básico (5-20 L/pers.-día)	5-20 minutos	Consumo. Se debe asegurar higiene: lavado de manos e higiene básica de la alimentación. No se puede garantizar lavandería y baño a no ser que se practique en la fuente.	Alto
Acceso intermedio (20-50 L/pers.-día)	<5 minutos (agua a través de un grifo público)	Consumo. Higiene asegurada. La higiene básica personal y de los alimentos está asegurada.	Bajo
Acceso óptimo (50-100 L/pers.-día)	Agua continua a través de varios grifos	Consumo. Se atienden todas las necesidades	Muy bajo

Tabla 21. Niveles de servicio de agua [9].

Se ha fijado la cantidad de agua en 20 L por persona y día para proveer a la comunidad. El agua provendrá de sistemas de captación de agua de lluvia con techos de chapa en el mismo hogar, por lo que el acceso será inmediato. De esta manera, se conseguirá un nivel de efecto en la salud bajo.

Se muestra la cantidad de agua que necesita cada familia:

Paraje SAN ANTONIO			Paraje OVERA		
Nº Familia	Habitantes	Consumo diario (L)	Nº Familia	Habitantes	Consumo diario (L)
1	1	20	1	3	60
2	4	80	2	7	140
3	7	140	3	7	140
4	5	100	4	1	20
5	7	140	5	9	180
6	6	120	6	1	20
7	7	140	7	2	40
8	2	40	8	4	80
9	7	140	9	7	140
10	8	160	10	3	60
11	2	40	11	5	100
12	1	20	12	1	20
13	9	180			
14	3	60			
15	5	100			
16	2	40			
17	3	60			
18	5	100			

Tabla 22. Cantidad de agua diaria necesaria en cada familia

El consumo de agua diario, mensual y anual por persona será el siguiente:

DATOS DE CONSUMO

Personas	1 pers
Consumo per cápita diario	20 L
Consumo mensual	600 L
Consumo anual	7200 L

Tabla 23. Resumen de consumo de agua per cápita

5.2. PRECIPITACIONES

Los datos existentes de la estación pluviométrica de Santos Lugares se remontan al año 1982, por lo que se consigue un promedio de precipitaciones mensuales bastante fiable.

A continuación, se muestra las precipitaciones mensuales promedio en Santos Lugares y su valor corregido por el coeficiente de eficiencia de captación, ya que este depende de la probabilidad de lluvia y el coeficiente de escurrimiento del material utilizado para la captación.

$$\text{Eficiencia de captación} = \text{Probabilidad de lluvia} \times Ce = 0.68$$

$$\text{Probabilidad de lluvia} = 0.85$$

$$Ce (\text{Chapa acanalada}) = 0.8$$

PRECIPITACIONES PROMEDIO EN SANTOS LUGARES

Meses	Lluvias (mm/m ²)	Lluvias corregido (mm/m ²)
Enero	125	85
Febrero	105	71
Marzo	97	66
Abril	47	32
Mayo	17	12
Junio	10	7
Julio	5	3
Agosto	4	3
Septiembre	10	7
Octubre	42	29
Noviembre	70	48
Diciembre	100	68
TOTAL	632	430
MAXIMA		85

Tabla 24. Precipitaciones promedio en Santos Lugares

5.3. SUPERFICIE DE CAPTACIÓN

La superficie de captación que se utilizará en Santos Lugares será de metal acanalada, por lo que el coeficiente de escurrimiento (C_e) es de 0,8. Se ha elegido este material por ser el que actualmente la comunidad utiliza en los techos de chapa existentes, es barato y puede conseguirse en la localidad.

5.3.1. Superficie necesaria

Para diseñar el sistema es preciso conocer la superficie de captación necesaria para poder satisfacer el acceso intermedio de agua, establecida previamente en 20 L por persona y día.

La superficie necesaria por persona, se calcula dividiendo el consumo anual por persona por las precipitaciones anuales promedio corregidas por el coeficiente de captación:

$$m^2_{\text{captación}} = \frac{\text{Consumo anual (L)}}{\text{Precipitaciones anuales promedio } \left(\frac{\text{mm}}{\text{m}^2}\right) \times \text{Eficiencia de captación}}$$

$$m^2_{\text{captación}} = \frac{7200 \text{ L}}{632 \frac{\text{mm}}{\text{m}^2} \times 0.8 \times 0.85} = 16.8 \text{ m}^2$$

5.3.2. Superficie de captación disponible

Paraje SAN ANTONIO			Paraje OVERA		
Nº Familia	Cantidad de personas	Superficie de captación (m2)	Nº Familia	Cantidad de personas	Superficie de captación (m2)
1	1	0	1	3	49,34
2	4	0	2	7	46,576
3	7	46	3	7	7,86
4	5	71,36	4	1	0
5	7	0	5	9	101
6	6	13,44	7	2	36
7	7	36	8	4	21
8	2	0	9	7	32
9	7	22,77	10	3	20,64
10	8	0	11	5	0
11	2	33			

12	1	0
13	9	0
14	3	6,9
15	5	0
16	2	0
17	3	0
18	5	0

Tabla 25. Superficie de chapa por familia en cada paraje

5.4. ALMACENAMIENTO

En primer lugar, se calcula el volumen de cisterna necesario por persona, siempre teniendo en cuenta las precipitaciones anuales y su distribución durante los meses.

En segundo lugar, se analiza el volumen de cisternas que dispone cada familia, con el objetivo de que todas las familias lleguen al mínimo necesario, y que no se produzcan desigualdades ni confrontaciones entre ellas por la ejecución de este proyecto.

5.4.1. Almacenamiento necesario

Siendo el objetivo final del proyecto abastecer a las familias únicamente de agua de lluvia, es necesario conocer el volumen de cisterna necesario para que las precipitaciones de la época de lluvias sean suficientes para todo el año.

La cisterna de almacenamiento se comporta como un depósito de igualación en el que entra el agua de lluvia canalizada desde la chapa y sale el consumo de los habitantes. Para calcular el volumen óptimo de cisterna que necesita una persona, se tiene en cuenta la variación mensual de las precipitaciones. Se calcula el volumen acumulado mensual mediante la siguiente ecuación.

$$V_{Acum .n} = \sum_{i=1}^n (V_{entra ,i} - V_{sale ,i})$$

$$V_{entra ,i} = \text{Precipitaciones mensuales corregidas} \times \text{Superficie de chapa}$$

$$V_{sale ,i} = \text{Consumo mensual} = 600 L$$

El cálculo del volumen de cisterna para una persona se muestra a continuación (Tabla 28). Para agilizar los cálculos, y suponiendo que el mecanismo de captación de lluvia comenzará a funcionar al comienzo de la estación lluviosa, se ha comenzado el cálculo por el mes de Noviembre.

MESES	V entrada	V salida (consumo mensual)	ΔV	V acumulada
	L/mes	L/mes	L/mes	L/mes
OCTUBRE	0	0	0	0
NOVIEMBRE	797,47	600,00	197,47	197,47
DICIEMBRE	1139,24	600,00	539,24	736,71
ENERO	1424,05	600,00	824,05	1560,76
FEBRERO	1196,20	600,00	596,20	2156,96
MARZO	1105,06	600,00	505,06	2662,03
ABRIL	535,44	600,00	-64,56	2597,47
MAYO	193,67	600,00	-406,33	2191,14
JUNIO	113,92	600,00	-486,08	1705,06
JULIO	56,96	600,00	-543,04	1162,03
AGOSTO	45,57	600,00	-554,43	607,59
SEPTIEMBRE	113,92	600,00	-486,08	121,52
OCTUBRE	478,48	600,00	-121,52	0,00
TOTAL	5263,29114		2662,03	

Tabla 26. Cálculo del volumen necesario de almacenamiento por persona

Debido a la tendencia de la curva resultante, el volumen óptimo de la cisterna, es la suma del mayor volumen acumulado positivo y el mayor negativo. Al comenzar por el mes de noviembre, no obtenemos ningún resultado negativo por lo que el volumen de la cisterna es el valor máximo.

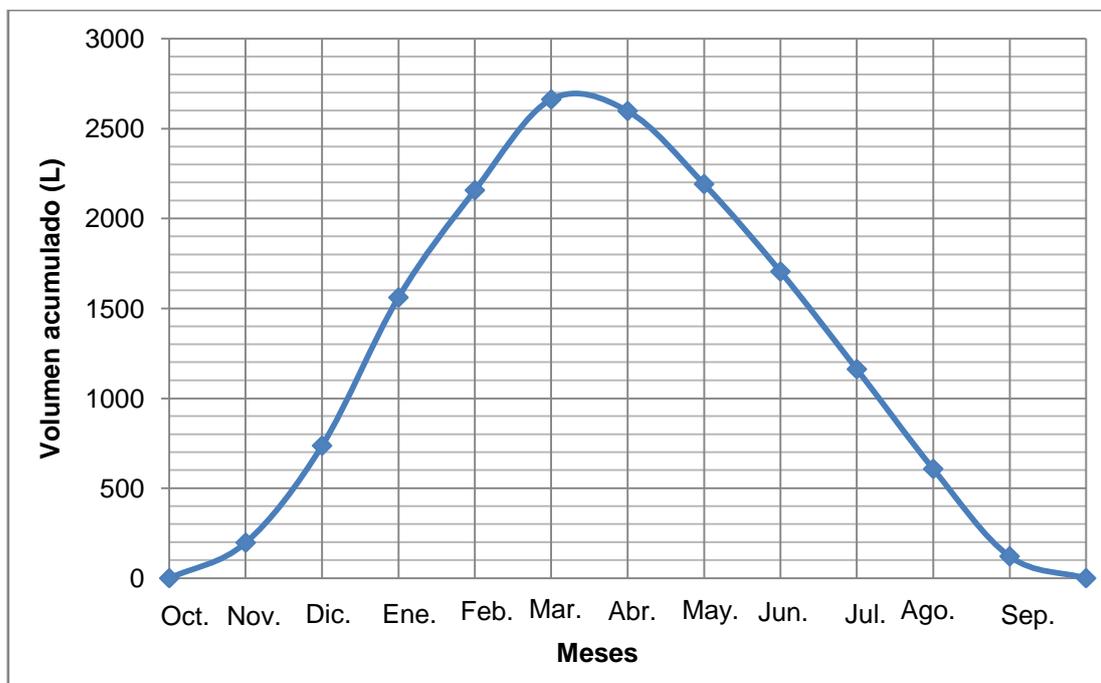


Figura 31. Volumen acumulado durante el año por persona

Por lo que el volumen de cisterna necesario, será el siguiente:

$$\text{Volumen de la cisterna por persona} = 2662.03 \text{ L}$$

El llenado de cisterna y los porcentajes de cada mes se muestran en la Tabla 27. y la Figura 35.

% DE LLENADO DE CISTERNA	
NOVIEMBRE	7%
DICIEMBRE	28%
ENERO	59%
FEBRERO	81%
MARZO	100%
ABRIL	98%
MAYO	82%
JUNIO	64%
JULIO	44%
AGOSTO	23%
SEPTIEMBRE	5%
OCTUBRE	0%

Tabla 27. Porcentajes de llenado de cisterna

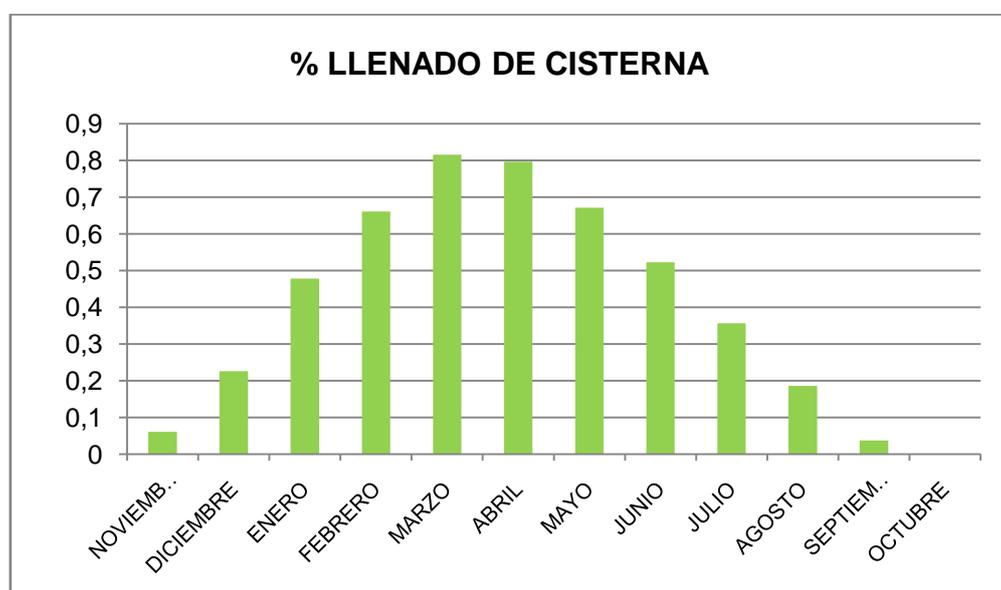


Figura 32. Gráfico de los porcentajes de llenado de cisterna

5.4.2. Volumen disponible

Para realizar un cálculo equitativo y optimizado del volumen de cisternas que necesita cada familia, se procede a contabilizar las cisternas en buen estado que dispone cada una.

Se contabiliza como cisterna en buen estado aquella que no deja filtrar el agua en la parte inferior, que no pierde agua y que tiene tapa. Según donde estén ubicadas la pérdidas, muchas veces son restaurables. Asimismo, la tapa puede ser construida posteriormente, para las cisternas en buen estado que no la dispongan. Los bidones no se contabilizaron como sistema de almacenamiento ya que se deterioran cada dos años y el proyecto está proyectado a largo plazo.

Paraje SAN ANTONIO			Paraje OVERA		
Familia	Cantidad de personas	Cisternas en buen estado (L)	Familia	Familiares	Cisternas en buen estado (L)
1	1	0	1	3	0
2	4	0	2	7	0
3	7	0	3	7	0
4	5	24000	4	1	0
5	7	0	5	9	32000
6	6	0	7	2	27042
7	7	0	8	4	0
8	2	0	9	7	0
9	7	0	10	3	0
10	8	0	11	5	0
11	2	3820			
12	1	3820			
13	9	0			
14	3	0			
15	5	0			
16	2	0			
17	3	0			
18	5	0			

Tabla 28. Volumen de cisternas existentes por familia en cada paraje

5.5. RESULTADOS PARA CADA FAMILIA

En cada paraje, se ha calculado el volumen de cisterna óptimo y superficie de chapa necesaria para cada familia, dependiendo de la cantidad de personas que habitan en el hogar familiar.

Para el cálculo de las chapas, se ha multiplicado la superficie de la chapa necesaria por persona, por el número de personas que habitan en la casa. También se ha tenido en cuenta la superficie que ya tenían (Tabla 25).

Para el cálculo de las cisternas, se ha multiplicado el volumen de cisterna óptimo por persona (2663 m^3) por el número de personas que habitan en la casa. Se ha tenido en cuenta el volumen de las cisternas en buen estado que las familias ya poseían (Tabla 28).

Los cálculos de San Antonio y Overa, se muestran en la Tabla 29. y en la Tabla 30. respectivamente.

Casa	Pers	CISTERNA				AREA			
		ACTUAL m3	NECESARIO m3	DIFERENCIA m3	Construir Cisterna	ACTUAL m2	NECESARIO m2	DIFERENCIA m2	Construir techo
1	1	0	2663	2663	SI	0,0	16,8	16,8	SI
2	4	0	10651	10651	SI	0,0	67,0	67,0	SI
3	7	9800	18638	8838	SI	46,0	117,3	71,3	SI
4	5	24000	13313	-10687	NO	71,4	83,8	12,4	SI
5	7	10000	18638	8638	SI	0,0	117,3	117,3	SI
6	6	0	15976	15976	SI	13,4	100,5	87,1	SI
7	7	0	18638	18638	SI	36,0	117,3	81,3	SI
8	2	0	5325	5325	SI	0,0	33,5	33,5	SI
9	7	0	18638	18638	SI	22,8	117,3	94,5	SI
10	8	0	21301	21301	SI	0,0	134,0	134,0	SI
11	2	3820	5325	1505	SI	33,0	33,5	0,5	SI
12	1	3820	2663	-1157	NO	0,0	16,8	16,8	SI
13	9	0	23964	23964	SI	0,0	150,8	150,8	SI
14	3	0	7988	7988	SI	6,9	50,3	43,4	SI
15	5	0	13313	13313	SI	0,0	83,8	83,8	SI
16	2	0	5325	5325	SI	0,0	33,5	33,5	SI
17	3	0	7988	7988	SI	0,0	50,3	50,3	SI
18	5	0	13313	13313	SI	0,0	83,8	83,8	SI

Tabla 29. Cálculo del volumen de cisterna y superficie de chapa necesario para cada familia en San Antonio

OVERA									
Casa	Pers	CISTERNA			Construir Cisterna	AREA			Construir techo
		ACTUAL m3	NECESARIO m3	DIFERENCIA m3		ACTUAL m2	NECESARIO m2	DIFERENCIA m2	
1	3	9500	7988	-1512	NO	49,3	50,3	0,9	SI
2	7	13000	18638	5638	SI	46,6	117,3	70,7	SI
3	7	15000	18638	3638	SI	7,9	117,3	109,4	SI
4	1	0	2663	2663	SI	0,0	16,8	16,8	SI
5	9	32000	23964	-8036	NO	101,0	150,8	49,8	SI
7	2	27000	5325	-21675	NO	36,0	33,5	-2,5	NO
8	4	0	10651	10651	SI	21,0	67,0	46,0	SI
9	7	0	18638	18638	SI	32,0	117,3	85,3	SI
10	3	930	7988	7058	SI	20,6	50,3	29,6	SI
11	5	0	13313	13313	SI	0,0	83,8	83,8	SI

Tabla 30. Cálculo del volumen de cisterna y superficie de chapa necesario para cada familia en Overa

De acuerdo con las necesidades y pertenencias de cada familia, se obtiene las familias que necesitan cisternas y superficie de captación de agua de lluvia y, se contabiliza el tamaño necesario.

5.5.1. Modulaci3n de cisternas

Para facilitar la construcci3n de los aljibes (cisternas) y estandarizar los c3lculos en materiales, se ha modulado el volumen de cisternas que corresponde a cada familia. Las modulaciones de las cisternas, se muestran en la Tabla 31. y Tabla 32. para San Antonio y Overa.

SAN ANTONIO						
Casa N ^o	Pers	Volumen a construir (L)	ALJIBES MODULADOS (L)			
			2000	8000	12000	18000
1	1	2663	1	-	-	-
2	4	10651	-	-	1	-
3	7	8838	-	1	-	-
4	5	0	-	-	-	-
5	7	8638	-	1	-	-
6	6	15976	-	-	-	1
7	7	18638	-	-	-	1
8	2	5325	-	1	-	-
9	7	18638	-	-	-	1
10	8	21301	1	-	-	1
11	2	1505	1	-	-	-
12	1	0	-	-	-	-
13	9	23964	-	1	-	1
14	3	7988	-	1	-	-
15	5	13313	-	-	1	-
16	2	5325	-	1	-	-
17	3	7988	-	1	-	-
18	5	13313	-	-	1	-
TOTAL			3	7	3	5

Tabla 31. Modulaci3n de cisternas para San Antonio

		OVERA					
Casa N°	Pers	Volumen a construir (L)	ALJIBES MODULADOS (L)				
			2000	8000	12000	18000	
1	3	0	-	-	-	-	
2	7	5638	-	1	-	-	
3	7	3638	-	1	-	-	
4	1	2663	1	-	-	-	
5	9	0	-	-	-	-	
7	2	0	-	-	-	-	
8	4	10651	-	-	1	-	
9	7	18638	-	-	-	1	
10	3	7058	-	1	-	-	
11	5	13313	-	-	1	-	
TOTAL			1	3	2	1	

Tabla 32. Modulaci3n de cisternas para Overa

5.5.2. Modulaci3n de superficies de captaci3n

Para la superficie de captaci3n, se utilizar3n chapas acanaladas de acero galvanizadas, por ser un material apropiado para este tipo de construcciones y por el f3cil acceso al recurso.

El revestimiento galvanizado es la aplicaci3n de una capa de cinc en ambas caras de la chapa para darle mayor resistencia, y para proteger al acero de la corrosi3n.

Se comercializan en chapas de 7 metros de largo y 1 metro de ancho utilizable, y se agrupan a lo ancho para formar una mayor superficie con un solape de 5 cm aproximadamente a cada lado.



Figura 33. Esquema de chapa acanalada.

Para facilitar la construcci3n de los sistemas de captaci3n, se modulan en grupos seg3n la cantidad de chapas que necesiten. Cada chapa aproximadamente tiene 7 m² de superficie. A continuaci3n se muestra en las Tablas 33 y 34 la modulaci3n de cada paraje. En el Anejo C, se muestran los c3lculos estructurales y los planos de la superficie de captaci3n.

SAN ANTONIO						
Casa Nº	Pers	Superficie necesaria (m2)	Número y superficie de chapas			
			4 (27,6 m2)	6 (41m2)	12 (82,8m2)	20 (138m2)
1	1	16,8	1	-	-	-
2	4	67,0	-	-	1	-
3	7	71,3	-	-	1	-
4	5	12,4	1	-	-	-
5	7	117,3	-	-	-	1
6	6	87,1	-	-	1	-
7	7	81,3	-	-	1	-
8	2	33,5	1	-	-	-
9	7	94,5	-	-	1	-
10	8	134,0	-	-	-	1
11	2	0,5	-	-	-	-
12	1	16,8	1	-	-	-
13	9	150,8	1	-	-	1
14	3	43,4	-	1	-	-
15	5	83,8	-	-	1	-
16	2	33,5	1	-	-	-
17	3	50,3	-	1	-	-
18	5	83,8	-	-	1	-
TOTAL			6	2	7	3

Tabla 33. Modulación de superficie de captación para San Antonio

OVERA						
Casa Nº	Pers	Superficie necesaria (m2)	Número y superficie de chapas			
			4 (27,6 m2)	6 (41m2)	12 (82,8m2)	20 (138m2)
1	3	0,9	-	-	-	-
2	7	70,7	-	-	1	-
3	7	109,4	-	-	-	1
4	1	16,8	1	-	-	-
5	9	49,8	-	1	-	-
7	2	-2,5	-	-	-	-
8	4	46,0	-	1	-	-
9	7	85,3	-	-	1	-
10	3	29,6	1	-	-	-
11	5	83,8	-	-	1	-
TOTAL			2	2	3	1

Tabla 34. Modulación de superficie de captación para Overa

5.6. DIMENSIONAMIENTO DE CISTERNAS

La ubicación de las cisternas es muy importante. Es altamente recomendable que no se encuentre cerca de potenciales focos de contaminación: letrinas, pozos sépticos, basurales, etc. Su entorno debe estar convenientemente higienizado y libre de animales domésticos, en lo posible con un cercado perimetral que impida el ingreso cercano de esos animales.

El depósito de almacenamiento se puede construir de diversos materiales (mampostería, ferrocemento, plástico, madera, metálico), mientras prevalezcan las normas constructivas que garanticen su comportamiento ingenieril en lo que se refiere a soportar adecuadamente presiones externas e internas, y una adecuada estanqueidad en lo que se considere su vida útil, siendo deseable que la misma sea de 30 a 50 años como mínimo [42].

Asimismo, es importante consultar a los usuarios acerca de los materiales, preferencias, analizar alternativas de costos, lugares de implementación por el acceso de materiales de construcción, costumbres, capacidad local constructiva por alguna de las alternativas [42].

Para dimensionar las cisternas, se han utilizado diversas directrices de organismos argentinos y brasileños. A continuación, se describe la disposición de los distintos elementos que componen el depósito de agua. En el Anexo D, se muestran los planos y detalles constructivos de los aljibes modulados.

5.6.1. Losa

Para hacer la losa, se coloca un enchachado de gravas de al menos 15 cm que permita (a modo del balasto del tren) uniformar asientos para minimizar los riesgos estructurales de los asientos diferenciales de la losa [43] y se compacta el terreno donde se asienta la losa de fondo con un espesor de 10 cm, en directa relación con la capacidad del depósito.

Para los volúmenes utilizados en este proyecto (2 a 18 m³) y para diámetros menores a 3.5 m, es suficiente realizar una losa inferior de hormigón armado de 15 cm de espesor, con barras de acero corrugado de 8 mm de diámetro y armadura continua dispuesta a modo de cuadrícula cada 25 cm. Para ver la disposición de armaduras y detalle constructivo ir a Anexo D.

5.6.2. Paredes

En el caso del presente proyecto, se utilizan paredes de mampostería por ser la alternativa común en la comunidad ya que los materiales son accesibles en el entorno. Es importante elegir ladrillos cocidos de alta calidad y cemento portland normal CPN 40 [42].

El espesor de las paredes para depósitos de mampostería, deben ser de 15 cm para depósitos de hasta 15.000 L de capacidad y se recomienda paredes de 20 cm de espesor

hasta 30.000 L [42]. Por lo que se utiliza $e=0.15\text{m}$ para las cisternas de 2000, 8000 y 12000L y $e=0.2\text{m}$ para la de 18000L. Cada 50 cm, se coloca una barra de acero corrugado de D6 entre ladrillo y ladrillo.

Para las paredes, tanto la presión hidrostática como los empujes de tierras aumentan en función de la altura y el espesor de las paredes [44]. Para los volúmenes utilizados en la modulación y alturas hasta 2 m, es suficiente con colocar cables de acero liso de 2.7mm de diámetro (Nº12) con una separación vertical aproximada de 10 cm radialmente a lo largo de las paredes exteriores [43]. Tanto en los primeros 60 cm (la parte posterior) donde la presión es mayor como en la coronación, se refuerza con una vueltas más [45], es decir, colocando en vez de una dos vueltas con 5cm de distancia.

Después, se aplica un revoque de de 2 cm de espesor con mortero de mezcla 1:3 y material hidrófugo. El aislamiento hidrófugo actúa como barrera contra la humedad para evitar su ingreso o filtración.

Para la comodidad de la población beneficiaria, la cisterna sobresale 0.90 m de altura; la altura restante queda enterrada.

Asimismo, la excavación o el pozo, se debe hacer con 0.5 m más de diámetro para poder trabajar y que resulte más cómodo.

5.6.3. Tapa

Siempre es conveniente que tengan un acceso superior seguro y práctico más una escalera interior para poder entrar periódicamente a inspeccionar/limpiar el depósito.

La tapa se construye con viguetas prefabricadas a 50 cm de distancia entre ejes. Luego se posicionan ladrillos de telgopor a modo de encofrado perdido, se colocan barras del 4 cada 15 cm y se hormigona , creando una tapa de losa de 10 cm de espesor. La carga de la tapa del depósito sobre la pared es despreciable. Detalle constructivo en Anejo D.

5.6.4. Optimización del material

Se optimiza el material de las cisternas respecto a su volumen máximo para minimizar el costo del material de la cisterna.

La fórmula del volumen de la cisterna se corresponde con la de un cilindro:

$$V = \pi \times \frac{\phi^2}{4} \times h$$

Despejando la altura,

$$h = \frac{V \times 4}{\pi \times \phi^2}$$

La superficie de un cilindro es la siguiente:

$$A = \frac{2\pi\phi}{2} \times h + 2 \times \frac{\pi\phi^2}{4}$$

$$A = \pi\phi \times h + \frac{\pi\phi^2}{2}$$

Ponemos la superficie en función del diámetro:

$$A(\phi) = \pi\phi \times \frac{V \times 4}{\pi \times \phi^2} + \frac{\pi\phi^2}{2}$$

$$A(\phi) = \frac{V \times 4}{\phi} + \frac{\pi\phi^2}{2}$$

Se deriva la función de la superficie respecto al diámetro y se calcula el mínimo de la función para cada volumen de cisterna modulado. Los resultados se muestran en la Tabla 15.

$$A'(\phi) = \frac{-V \times 4}{\phi^2} + \frac{\pi \times 2 \times \phi \times 2}{2^2} = \frac{-V \times 4}{\phi^2} + \pi \times \phi$$

$$\text{Min } A = A'(\phi) = 0 = \frac{-V \times 4}{\phi^2} + \pi \times \phi$$

Se comprueba haciendo la segunda derivada de la función.

$$A''(\phi) = \frac{2 \times V \times 4 \times \phi}{\phi^4} + \pi = \frac{8V}{\phi^3} + \pi$$

$$A''(\phi) = 0 = \frac{8V}{\phi^3} + \pi = + (\text{mínimo})$$

V (m3)	OPTIMIZACIÓN	
	ϕ (m)	h (m)
2	1,37	1,36
8	2,16	2,18
12	2,50	2,45
18	2,84	2,84

Tabla 35. Resultados de las dimensiones de la cisterna para cada volumen mediante optimización

De acuerdo con las directrices anteriormente explicadas, se dimensiona el aljibe para que sea lo más económico posible y cumpla la normativa.

V (m3)	REAL	
	\varnothing_{int} (m)	h_{int} (m)
2	1,40	1,30
8	2,40	1,80
12	2,80	1,95
18	3,40	2.00

Tabla 36. Dimensiones de la cisterna para cada volumen

5.7. CANALETAS

Para el abastecimiento con agua de lluvia para consumo humano en ambientes rurales, el sistema de canaletas y bajadas es la parte más económica del sistema. A su vez, debe cumplir una serie de requisitos y recomendaciones:

- ***Las canaletas deben ser lo suficientemente grandes para que puedan conducir el agua captada en los techos, cualquiera sea la intensidad de la lluvia.***
- Siempre deben limpiarse antes y durante el período lluvioso, prestando la atención necesaria a las hojas y cualquier otro elemento que puedan saturar el sistema de prefiltrado y filtrado [46].

Respecto al material, diámetro y disposición [46]:

- El material de las mismas puede ser de PVC o de zinc, donde su encastre debe ser perfecto y tener suficientes ganchos de sujeción para que soporten el peso de las mismas con su máxima carga de agua, siendo recomendable que los ganchos se ubiquen cada 1,5 m de espaciamiento.
- Deberán contemplar bajadas con cañerías de PVC de alto impacto (clase 6 ó 10) diámetro de 100 a 110 mm.

Respecto a la pendiente máxima y mínima de las canaletas:

- La pendiente de las canaletas no debe superar el 10% para evitar la colocación de un dispositivo hidráulico para reducir la velocidad del agua. [47]
- Es conveniente que las canaletas se instalen con un desnivel adecuado para que el agua escurra sin dificultad hacia las bajadas, con una pendiente recomendable de 0,005 m/m (0,5%). [46]
- De acuerdo con la normativa de OSN, para cañerías de 0,100 de diámetro, la pendiente mínima es de 1cm/m=0,01m/m=1% [48][49]

Por lo que se adoptará:

- Material: PVC
- Diámetro: 100 ó 110 mm
- Pendiente: $0,01 < i < 0,1$, siendo recomendable $i = 0,05$

Teniendo en cuenta que la superficie modulada más grande es de 20 chapas de 7x1 m colocadas a lo ancho, y que la disposición de las canaletas tienen la pendiente hacia el medio, desembocando en una tubería conectada a la cisterna, la canaleta más grande es de 10 m de largo.



Figura 34. Croquis de la disposición de las canaletas

Con una longitud tan grande, la diferencia de altura entre los dos extremos de la canaleta es considerable. Por lo que se busca la pendiente mínima que respete la norma y que evacúe el caudal de la canaleta. Cuanto menor sea la pendiente, la velocidad es menor y se acumula más agua en la canaleta, por lo que necesita un diámetro mayor.



Figura 35. Sistema de captación de agua de lluvia y cisterna hecha por ISF Argentina en la comunidad del Negro [41]

Se dimensiona la canaleta para régimen de canal abierto en la cual la cañería trabaja sin succión ni presión. La cañería, trabajará más o menos llena, dependiendo del caudal. El dimensionamiento se realiza para la cañería trabajando a sección llena. [48].

Para el cálculo del caudal máximo en la canaleta, se utilizan dos criterios diferentes y se comprueba que el diámetro de la canaleta cumpla para los dos criterios.

5.7.1. Dimensionamiento mediante criterio 1: Método racional

De acuerdo con el método racional, el caudal que se crea una determinada intensidad de precipitación en una superficie de captación o en una cuenca será el siguiente:

$$Q_p = \frac{C \times I \times A}{1000}$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentía [$0 < C < 1$]

I = Intensidad media máxima [mm/h]

A = Area de captación [m^2]

Q_p = Caudal o flujo en la canaleta [m^3/h]

Como se ha mencionado anteriormente, se utilizarán canaletas de PVC. Éstas, son fáciles de conseguir en la zona por un coste no muy alto. El coeficiente de escorrentía depende del material de la superficie de captación, y para el PVC se asume $C = 0,95$ por su comportamiento similar al metal [48].

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA	
Schoklitsch, A. <i>Construcciones hidráulicas.</i>	
CARACTERÍSTICAS	%
metal, tejas esmaltadas, pizarra	0,95
tejas comunes	0,90
pavimentos de asfalto, aceras impermeables	0,85 a 0,90
adoquinados y entarugados con juntas impermeables	0,80 a 0,85
adoquinados y entarugados sin relleno en las juntas	0,50 a 0,70
empedrados de canto rodado	0,40 a 0,50
campos, prados y jardines	0,05 a 0,25
bosques y parques	0,01 a 0,20
campos de deporte, estaciones de ferrocarril, superficies sin edificar	0,10 a 0,30

Tabla 37. Coeficientes de escorrentía según material

La disposición de las canaletas, tiene la pendiente hacia el medio y desembocará en una tubería conectada a la cisterna. Por lo que el área de captación, será la superficie modulada de las chapas dividida entre dos, ya que corresponde con la superficie que va a cubrir cada canaleta.

$$A = \text{Area de captación [m}^2] = \frac{\text{Area modulada [m}^2]}{2}$$

Según el primer y más importante requisito del INTA, en el abastecimiento con agua de lluvia para consumo humano en ambientes rurales, "*Las canaletas deben ser lo suficientemente grandes para que puedan conducir el agua captada en los techos, cualquiera sea la intensidad de la lluvia*" [46].

Se adopta $I = 95 \text{ mm/h}$ por ser la intensidad más altas que podría llegar a haber en la zona (una intensidad de 95 mm/h supondría que en una hora y 20 minutos llovería la media de lo que llueve en todo enero, el mes más lluvioso del año).

$$Qp \text{ [m}^3/\text{h}] = \frac{0,95 \times 95 \text{ [mm/h]} \times A \text{ [m}^2]}{1000}$$

Modulación Nº	Cantidad chapas	Área total [m2]	Área cubierta por canaleta [m2]	I [mm/h]	Qp1 [m3/h]
1	4	26	13	95	1,17
2	6	40	20	95	1,81
3	12	80	40	95	3,61
4	20	136	68	95	6,14

Tabla 38: Caudal máximo de la canaleta para cada superficie de captación (criterio 1)

Para definir el diámetro necesario para cubrir el caudal máximo se utiliza la expresión de Manning:

$$Q = A \times Vm$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times Rh^{2/3} \times i^{1/2}$$

Donde

$$Q = \text{Caudal [m}^3/\text{s]}$$

$$Vm = \text{Velocidad media del agua [m/s]}$$

$$A = \text{Area de la sección transversal} = \frac{\pi \times R^2}{2}$$

$$Rh = \text{Radio hidráulico [m]} = \frac{A [m^2]}{Pm [m]} = \frac{\pi \times R^2 / 2}{2 \times \pi \times R / 2} = 0,5 \times R$$

$i = \text{Pendiente del canal [m/m]}$

$n = \text{Rugosidad del canal} = 0,009$

Material	Coefficiente n
Asbesto - Cemento	0.010
Concreto liso	0.012
Concreto áspero	0.016
Concreto presforzado	0.012
Acero galvanizado	0.014
Fierro fundido nuevo	0.013
Fierro fundido usado	0.017
Acero soldado sin revestimiento	0.014
Acero soldado con revestimiento interior a base de resinas epóxicas.	0.011
P.V.C (cloruro de polivinilo)	0.009
Polietileno de alta densidad	0.009

Tabla 39. Coeficiente de rugosidad [48]

A continuación se muestran los diámetros obtenidos:

Nº	i=0,01			i=0,02			i=0,05		
	Qp1 [m3/h]	R [m]	Vm [m/s]	Qp1 [m3/h]	R [m]	Vm [m/s]	Qp1 [m3/h]	R [m]	Vm [m/s]
1	1,17	0,020	0,516	1,173	0,018	0,670	1,173	0,015	0,944
2	1,81	0,024	0,575	1,805	0,021	0,746	1,805	0,017	1,052
3	3,61	0,031	0,684	3,610	0,027	0,887	3,610	0,023	1,251
4	6,14	0,037	0,781	6,137	0,033	1,013	6,137	0,028	1,428

Tabla 40. Diámetro de canaleta obtenido por el caudal Qp1 (criterio 1) para diferentes pendientes

En el criterio 1, el diámetro necesario para cubrir el caudal máximo es menor a 100mm (o 110mm) para todas las pendientes. Se comprobará con el criterio 2 para asegurar que no se producirá desbordamiento de agua en las canaletas.

5.7.2. Dimensionamiento mediante criterio 2

Las dimensiones de las canaletas están en función de la duración de la precipitación (cortas y homogéneas), tiempo de concentración del agua, la longitud del área de paso y de su pendiente.

En un área de captación, el tiempo de concentración es un parámetro fundamental en el estudio hidrológico de una cuenca y áreas de escurrimiento con pendiente, y está descrita por expresiones matemáticas, que basándose en características físicas del área de captación o de la cuenca, proporcionan un hidrograma resultante [47].

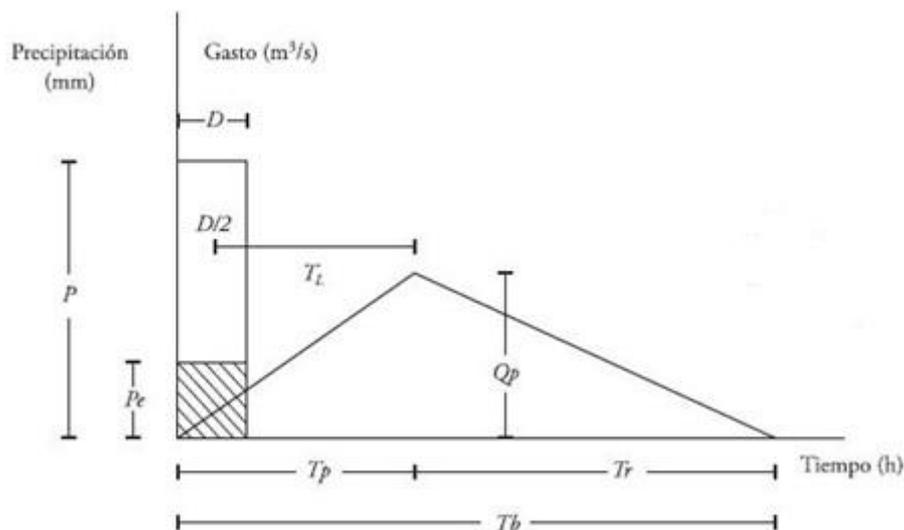


Figura 36. Hidrograma triangular

Donde:

T_b = tiempo de concentración del hidrograma [h]

T_p = Tiempo en el que se produce el caudal máximo [h]

T_r = Tiempo de concentración [h]

La secuencia para determinar el caudal máximo de una tormenta es la siguiente: Se calcula el tiempo de concentración (t_c) mediante la fórmula Kirpich:

$$T_c = 0,000325 \times \left(\frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \right) [h]$$

Donde:

S = Pendiente media de la cubierta [m/m]

L = Longitud del área de captación [m]

$$T_c = 0,000325 \times \left(\frac{7^{0,77}}{0,070,385} \right) = 0,04 \text{ h}$$

Cuando no se conoce la duración de la precipitación máxima, el tiempo (T_p) en el que se alcanza el máximo escurrimiento en el área de captación se estima mediante la expresión:

$$T_p = 2\sqrt{T_c} + 0,6T_c$$

$$T_p = 2\sqrt{0,04} + 0,6 \times 0,04 = 0,424 \text{ h}$$

Se calcula el tiempo de concentración del caudal máximo (T_b) para drenar todos los escurrimientos superficiales del área de captación impermeable:

$$T_b = 2,67 T_p$$

$$T_b = 2,67 \times 0,424 = 1,13 \text{ h}$$

El caudal máximo (Q_p):

$$Q_p = \frac{P \times A}{T_p \times 1000} \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$A = \text{Área de captación [m}^2\text{]}$

$P = \text{Precipitación mensual efectiva [mm]}$

La precipitación mensual efectiva se calcula a partir de la precipitación media mensual. En una cuenca, el cálculo es complejo, pero en el caso de un área de captación de acero galvanizado diseñado para recoger la totalidad de la lluvia, la precipitación mensual efectiva y la precipitación total mensual es la misma. Por ello, se adopta $P = 125 \text{ mm}$ por ser las precipitaciones que corresponden con el mes de enero, el más lluvioso del año.

Los resultados para cada superficie de captación modulada son los siguientes:

Modulación Nº	Cantidad chapas	Área total [m ²]	Área cubierta por canaleta [m ²]	P [mm]	Q _{p2} [m ³ /h]
1	4	26	13	125	3,83
2	6	40	20	125	5,90
3	12	80	40	125	11,79
4	20	136	68	125	20,05

Tabla 41. Caudal máximo de la canaleta para cada superficie de captación (criterio 2)

Para definir el diámetro necesario para cubrir el caudal máximo se utiliza la expresión de Manning utilizada en el criterio 1. A continuación se muestran los diámetros obtenidos:

Nº	Qp2 [m ³ /h]	i=0,01			i=0,02			i=0,05		
		Vm [m/s]	R [m]	D (mm)	Vm [m/s]	R [m]	D (mm)	Vm [m/s]	R [m]	D (mm)
1	3,83	0,69	0,0312	62,49	0,90	0,0274	54,87	1,27	0,0231	46,21
2	5,90	0,77	0,0367	73,44	1,00	0,0322	64,49	1,41	0,0272	54,31
3	11,79	0,92	0,0476	95,24	1,19	0,0418	83,63	1,68	0,0352	70,43
4	20,05	1,05	0,0581	116,21	1,36	0,0510	102,05	1,92	0,0430	85,94

Tabla 42. Diámetro de canaleta obtenido por el caudal Qp1 (criterio 2) para diferentes pendientes

En el criterio 2, para la pendiente $i=0,01$ el diámetro necesario para cubrir el caudal máximo es mayor a 110 mm. Se adopta la pendiente $i = 0,02$, por ser la menor pendiente que cumple todos los requisitos.

5.7.3. Resultados

$$D = 110\text{mm PVC}$$

$$i = 0.02$$

6. DISCUSIÓN

Dificultades técnicas

Dada la naturaleza del presente Trabajo Fin de Grado, se hace una especial mención a la dificultad de congeniar y adaptar los cálculos técnicos, ejecución de la obra, selección de material etc. a la realidad del proyecto. Se han encontrado numerosos obstáculos para encontrar normativa vigente que se adaptara a la realidad y finalidad del proyecto, ya que adaptar la seguridad estructural (tal como se conoce en España o en la Argentina urbana) a una realidad muy diferente y con limitaciones tan variadas es muy complejo y no existen más que directrices de construcción y de dimensionamiento.

Dificultades comunicativas: Cultura y género

Tanto en Overa como en San Antonio, se han encontrado dificultades de comunicación ya que es un contexto que tiene lógicas, códigos, formas de comunicar e interpretar la información y formas de participación distintas.

Varias familias que no acudieron a la reunión informativa, han sentido desconfianza hacia nosotras ya que han pensado que ISF Argentina (y nosotras como voluntarias de esa organización) tenía relación con las y los políticos regionales y era parte de la campaña política del alcalde²⁰. Por ello, cuando se ha realizado la visita a algunas familias, se ha desconfiado de nosotras hasta que se aclaraba que no estábamos relacionadas con la política.

Por otra parte, ha sido más difícil hablar con las mujeres cuando la familia había asistido a la reunión informativa.

En las familias que no asistieron a la reunión informativa, nadie nos esperaba y lo más común era encontrarse con las mujeres en la casa. Cuando no las encontrábamos cuidando de sus hijos e hijas y tenían tiempo para hablar con nosotras con tranquilidad, les explicábamos el proyecto y hablábamos con tranquilidad. Se destaca que en varias ocasiones mientras nos encontrábamos hablando con las mujeres (sin sus maridos en casa) y éstos llegaban a casa en mitad de la conversación, no se acercaban a saludarnos ni preguntaban el motivo de nuestra visita. Al no saber de la existencia del proyecto, llegamos a la conclusión de que no pensaban que la conversación fuera importante para tener que ir.

Cuando alguno de los familiares había ido a la reunión y tenía conocimiento del proyecto, generalmente esperaban nuestra visita y solían estar los dos en casa.

Cuando los dos se encontraban en casa, eran los hombres quienes se dirigían a nosotras y respondían a las preguntas por los dos. Las mujeres se mantenían al margen de la

²⁰ Las elecciones municipales en Argentina se celebraron dos semanas después de la estancia en Santos Lugares y es común que los políticos prometan bienes como parte de su campaña política.

conversación preparando mate²¹, o ni siquiera salían a recibirnos. Se ha hecho hincapié en que las mujeres participaran y expresaran su opinión, preguntándoles directamente a ellas y intentando siempre integrarlas a la conversación. A pesar de ello, la comunicación ha sido insuficiente en más de una ocasión, haciendo falta más tiempo para conectar con algunas personas que con otras.

Breve crítica al género y al feminismo occidental: teorías poscoloniales y estudios de la subalternidad

Las particularidades de el campesinado en Santiago del Estero y la de las mujeres campesinas en concreto, requiere un ajuste teórico que lleva a adoptar la noción de *subalternidad*, un término genérico que abarca clase, género, casta, etnia, nacionalidad, edad, orientación sexual. Es decir, todo lo comprendido dentro de la dominación.

El género como categoría de análisis resulta fundamental ya que implica tomar en consideración todo un conjunto de prácticas, símbolos, representaciones, normas y valores sociales que no suelen ser tomados en cuenta. Aunque profundizando la crítica a las grandes narrativas de la modernidad, es fundamental que se haga desde una perspectiva que supere los debates del feminismo occidental en torno a la identidad y diferencia, reconociendo que no hay una Mujer universal por la que el feminismo pueda hablar.

La lectura crítica debe darse no sólo con respecto al conocimiento producido desde occidente sino también al interior de los movimientos sociales de los que estas mujeres forman parte. Así, la tensión se plantea no sólo con el feminismo occidental, que habla desde una posición estructural de poder, sino también con las identidades culturales, que suelen avalar tradiciones patriarcales locales.

Desde una perspectiva de género que aporte luces al problema de las mujeres campesinas, el debate feminista postcolonial ha tenido como tema fundamental, la crítica a una representación estereotipada de las mujeres subalternas en tanto simples *víctimas* de dispositivos de sometimiento y reducción al silencio.

La propuesta del feminismo postcolonial se produce en la búsqueda de resignificación del sujeto y romper con las estructuras tradicionales de concebir a los sujetos con base a la otredad androcéntrica y, en el caso de la crítica que se hace al feminismo occidental, con base a la otredad femenina eurocéntrica.

Siguiendo esto, se plantean la necesidad de tener en cuenta las complejas intersecciones en las relaciones de subordinación a las que se enfrentan las mujeres campesinas que no pueden ser comprendidas unívocamente en términos de género o de clase. Las feministas poscoloniales han señalado el cruzamiento entre diferentes tipos de

²¹ Se denomina mate a la infusión hecha con hojas de yerba mate (*Ilex paraguariensis*). Se acostumbra compartir entre conocidos, familiares, amigos o compañeros, lo que le da una importante connotación social. Al acto de agregarle agua caliente a la infusión se le llama cebar en vez de servir y un solo miembro del grupo es quien ceba el mate para cada bebedor y lo pasa a modo de ronda.

opresiones que viven las mujeres. Se marcan entonces distintos tipos de subalternidades para el caso de las mujeres campesinas de Santiago del Estero: como mujeres rurales, como latinoamericanas y como pobres, poniéndose en juego su subordinación frente a los hombres, la negación de su condición desde el feminismo blanco y la invisibilización de su condición rural en una argentina pampeana y urbana [50].

Soluciones técnicas

Con el proyecto, se consigue que las familias de dos comunidades tengan acceso a agua potable y se minimizan las enfermedades causadas a raíz de la escasez de agua.

Se capacita a las personas beneficiarias en la construcción de la cisterna para aportarles conocimientos prácticos y útiles en futuros planteamientos de abastecimiento de agua. De esta forma, pasan a ser sujetos activos en la solución de la problemática y se trabaja el empoderamiento colectivo.

Asimismo, se igualan las clases entre familias ya que se adapta el proyecto a las necesidades que tiene cada una, dando un empujón a las que más lo necesitan y motivándolas.

En suma, el aporte principal del presente proyecto es fomentar el desarrollo local de las comunidades, ya que el agua es imprescindible para que cualquier sociedad pueda vivir de manera digna.

ANEJO A. CUESTIONARIO FAMILIAR

DATOS DE LA FAMILIA

Nombre y Apellido	Orlando Maldonado
Nombre y Apellido	Adelaida Ibañes

Ocupación

Postes
Hogar, cuidados, animales

No. De Casa	6	SAN ANTONIO		
Cantidad de personas	Niños (0-13)	Adultos (18-60)	Adultos (+60)	Total
Mujeres	3	1		4
Hombres	1	1		2
				6

ANIMALES SI

¿Cuáles?	Cabras	Gallinas	Vacas	Caballos/Burros/Mulos
Cantidad	80	30	5	4 caballos
Observaciones				

CULTIVOS NO

¿Qué cultivan?	
Extensión	
Observaciones	

HERRAMIENTAS

Motosierra	Palas	Hacha	Martillo	Sierra
	x	x		

ELECTRICIDAD

	SI	NO		SI
Grupo electrógeno		x	Postes	x
Paneles Solares	x (sin batería)		Albañilería	x
Otro		x	Construcción de cisternas	

La batería es vieja y la luz es escasa a la noche

HABILIDADES

USOS DEL AGUA

<i>Obtención</i> <i>Almacenamiento</i>	Lluvia		
	Cisterna	Bidón	Centro Sanitario
Consumo			
Higiene			
Limpieza			
Cocinar			
Animales			
Cultivos			

<i>Obtención</i> <i>Almacenamiento</i>	Represa		
	Consumo directo	Cisterna	Bidón
Consumo			x
Higiene			x
Limpieza			x
Cocina			x
Animales			
Cultivos			

	Si	No	Observaciones:
Mezclan el agua		x	
Agregan Lavandina/Cloro/Otra sustancia	Cloro		1 cuchara por 200L. Pide cloro al vecino

CISTERNAS

NO

¿Quién lo construyó?	Uso	h (m) - d(m) - d2(m)	Volumen (m3)

PILETAS

NO

¿Quién lo construyó?	Uso	h (m) - d(m) - d2(m)	Volumen (m3)

BIDONES

Uso	Volumen
Todos los usos	200 L
Todos los usos	2800L

CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Material de la casa	¿sistema?	Chapa (m2)	¿Quién lo construyó?	Observaciones:	¿Colocaría sistema? ¿Utilizaría esa agua para consumo humano?
Rancho, pero tiene un techo de chapa	Si	320 x 420 (cm)	Orlando	Sistema precario y canaleta rota	si

NO

COMISIONADO	NO		
	Cantidad (L)	Para cuántos días alcanza	Observaciones
¿Cada cuánto pasa? (días)	-	-	

NO

COMPRA DE AGUA (PRIVADO)	NO		
	Cantidad (L)	Para cuántos días alcanza	Observaciones
¿A quién ha tenido que comprar?			

SEQUÍA

Alternativas en caso de sequía	Pozo. Sabe que es mala y peligrosa.
Cuando no cuentan con agua para satisfacer las necesidades ¿Qué hacen?	

SANEAMIENTO Y BASURA	Si/No	Distancia a la fuente de agua	Tapada/descubierta	Buen estado
Tienen letrina	No			
Pozo ciego	No			
Resulta incómodo/un problema? ¿Para quién?	No , están acostumbradxs			

Menstruación	No sabe no contesta
--------------	---------------------

	Quemar	Depositar lejos
Residuos	x	x
Observaciones	El agujero donde queman la basura está justo al lado de la represa y de la casa.	
¿Quién es la persona que quema?	Adelaida	

CONCIENCIA

¿Se considera al abastecimiento de agua como un problema?

Observaciones

si

¿Se tiene conocimiento sobre la calidad del agua utilizada?

Consideran la del pozo peligrosa

¿Supone algún trabajo la obtención del agua? Si

¿Para quién?	Niños (0-13)	Jóvenes (13-18)	Adultos (18-60)	Adultos (+60)
Mujeres				
Hombres			x	

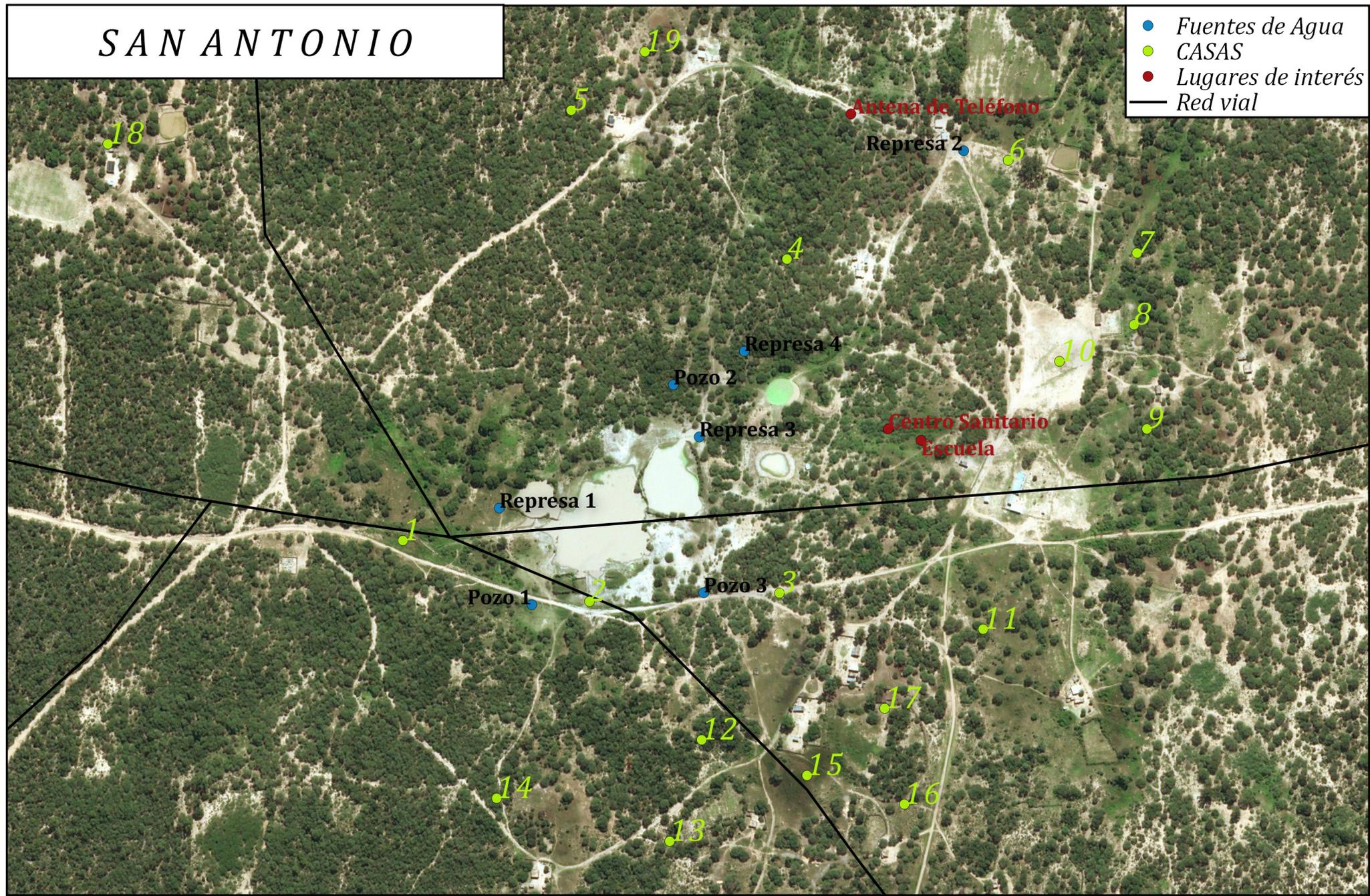
PARTICIPACIÓN	Si	No
¿Alguna vez realizó o participó de una asamblea o iniciativa respecto a la falta de agua?		x
¿Y respecto a otros temas?		x
¿De qué trató la experiencia?		

ANEJO B. MAPAS

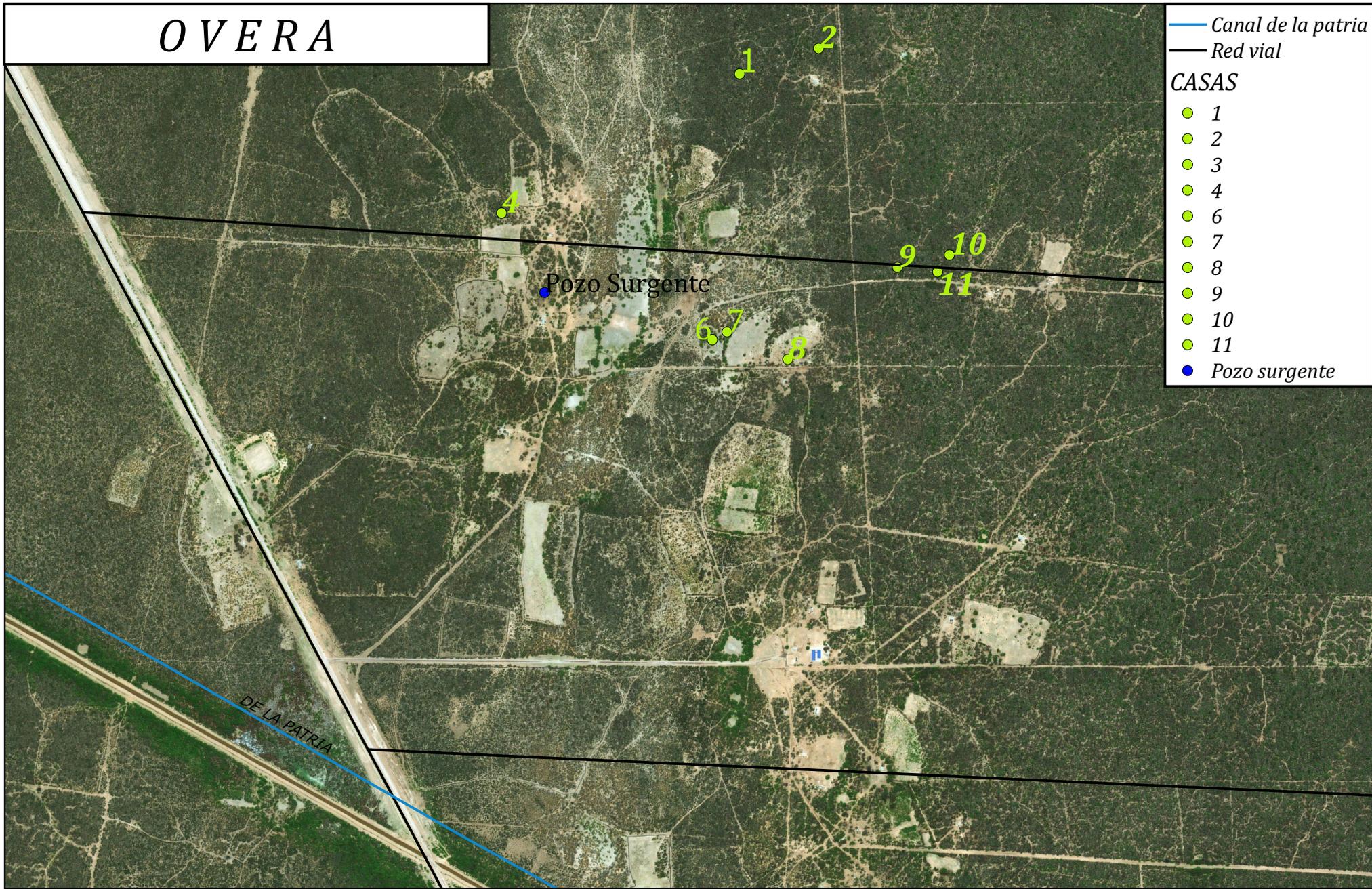
A continuación se muestran los parajes de Overa y San Antonio georreferenciados. Para la georreferenciación, se ha utilizado el programa GeoTracker y para la elaboración de los mapas, la aplicación informática QGIS.

SAN ANTONIO

- Fuentes de Agua
- CASAS
- Lugares de interés
- Red vial



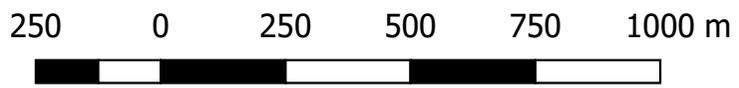
OVERA



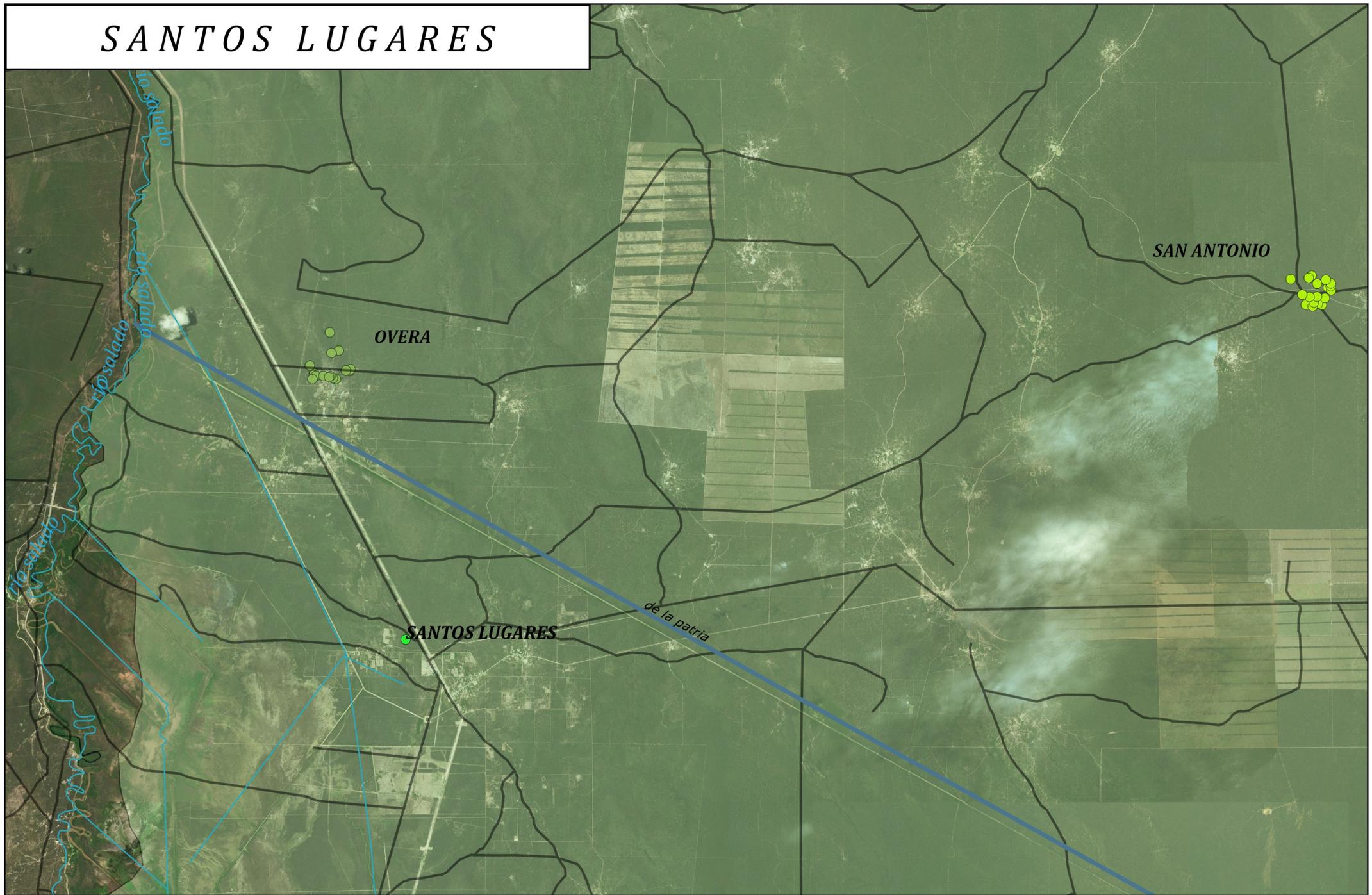
— Canal de la patria
— Red vial

CASAS

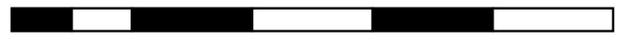
- 1
- 2
- 3
- 4
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- Pozo surgente



SANTOS LUGARES



2.5 0 2.5 5 7.5 10 km



ARGENTINA. SANTIAGO DEL ESTERO



ANEJO C. SUPERFICIE DE CAPTACIÓN

C.1. ACCIONES

Se deben considerar las acciones originadas por fuerzas aplicadas a la estructura y por deformaciones impuestas, tanto durante la construcción como a lo largo de la vida útil en servicio [51].

Las acciones que actúan en la estructura de la superficie de captación se muestran a continuación, junto con la norma argentina que se debe utilizar para el cálculo de cada una.

- **Peso propio (D):** Las acciones permanentes debidas al peso propio de la estructura, de todo componente de construcción previsto con carácter permanente (Reglamento CIRSOC 101–2005).
- **Peso del agua (R):** Las acciones variables debidas al agua de lluvia o el hielo sin considerar los efectos producidos por la acumulación de agua (Reglamento CIRSOC 101–2005).
- **Sobrecarga de diseño (L):** Las acciones variables en techos debidas al uso, montaje y mantenimiento (Reglamento CIRSOC 101–2005).
- **Nieve y hielo (S):** Las acciones variables debidas a la nieve y el hielo (Reglamento CIRSOC 104-2005).
- **Viento (W):** Las acciones variables debidas al viento (Reglamento CIRSOC 102-2005).

El diseño estructural se debe efectuar con la combinación que resulta más desfavorable.

C.1.1. Peso propio

Cuando se determinen las cargas permanentes con propósito de diseño, se deben usar los pesos reales de los materiales y elementos constructivos. En ausencia de información fehaciente, se usarán los valores que se indican en el Reglamento CIRSOC 101–2005 [52].

C.1.1.1. Chapa acanalada

Espesor mm	Inercia $I = \text{cm}^4/\text{cm}$	Modulo resistente $W = \text{cm}^3/\text{cm}$	11 Ondas (ancho: 836)		14 Ondas (ancho: 1064)	
			Peso kg/m^2	Sección cm^2/cm	Peso kg/m^2	Sección cm^2/cm
0.5	2.036	2.330	4.695	5.980	4.611	5.874
0.6	2.392	2.719	5.634	7.177	5.533	7.049
0.7	2.787	3.172	6.573	8.373	6.455	8.224
0.8	3.222	3.625	7.512	9.569	7.378	9.398
1.0	4.078	4.532	9.390	11.962	9.222	11.748
1.2	4.894	5.438	11.268	14.354	11.067	14.098

Tabla 43. Características estáticas de chapas acanaladas, catálogos de diversos distribuidores y fabricantes [53]

Asimismo, se ha elegido un espesor de 1,2 mm para la cubierta. Los datos para la chapa serán los siguientes:

Chapa acanalada ancho 1064 mm

Espesor mm	Inercia $I = \text{cm}^4/\text{cm}$	Módulo resistente $W = \text{cm}^3/\text{cm}$	Peso kg/m^2	Area cm^2/cm
1,2	4,894	5,438	11,07	14,098

Tabla 44. Características estáticas de la chapa

$$Pp(\text{chapa}) = 11.07 \text{ kg}/\text{m}^2$$

C.1.1.2. Estructura

Para las columnas, se utiliza madera de Quebracho colorado y para las vigas, madera de Quebracho blanco. La mayoría de familias en los parajes se dedican a la construcción de postes de madera; se consigue fácilmente y es el material con el que acostumbran a construir. Asimismo, son muy duras, resistentes y de alta calidad.

$$Pp(\text{columnas}) = 1200 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$Pp(\text{vigas}) = 880 \text{ kg}/\text{m}^3$$

C.1.2. Peso del agua

Se toma en cuenta una elevación del agua de 30 mm.

$$R = 0.0098 \times 30 \text{ mm} = 0.294 \text{ KN}/\text{m}^2$$

C.1.3. Sobrecarga de diseño

Las sobrecargas usadas en el diseño de edificios y otras estructuras serán las máximas esperadas para el destino deseado en la vida útil de la construcción. Para las cubiertas comunes planas, horizontales o con pendiente y curvas se diseñarán para las sobrecargas especificadas en la siguiente expresión:

$$L_r = 0,96 R_1 R_2 \quad \text{siendo} \quad 0,58 \leq L_r \leq 0,96$$

Siendo R_1 y R_2 :

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 && \text{para } A_t \leq 19 \text{ m}^2 \\ R_1 &= 1,2 - 0,01076 A_t && \text{para } 19 \text{ m}^2 < A_t < 56 \text{ m}^2 \\ R_1 &= 0,6 && \text{para } A_t \geq 56 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_2 &= 1 && \text{para } F \leq 4 \\ R_2 &= 1,2 - 0,05 F && \text{para } 4 < F < 12 \\ R_2 &= 0,6 && \text{para } F \geq 12 \end{aligned}$$

- L_r : Sobrecarga de cubierta por metro cuadrado de proyección horizontal en kN/m²
- A_t : Área tributaria en metros cuadrados soportada por cualquier elemento estructural
- $F = 0,12 \times$ pendiente; con la pendiente expresada en porcentaje

Los resultados se muestran en la Tabla xx.

Nº chapas	A_t (m ²)	R1	R2	L_r (KN/ m ²)
4	26	0,92	1,00	0,88
6	40	0,77	1,00	0,74
12	80	0,60	1,00	0,58
20	136	0,60	1,00	0,58

Tabla 45. Resultados para L_r

C.1.4. Nieve y hielo

La provincia de Santiago del Estero en su totalidad, está dentro de la *Zona I*: Se considera que la ocurrencia de nevadas en esta zona es altamente improbable [54].

Para las construcciones ubicadas en la zona I, no es necesario considerar la acción de la nieve. Es decir, se considera: $q_0 = 0$

C.1.5. Viento

La velocidad de referencia (β), es la velocidad del viento correspondiente al promedio de velocidad instantánea (pico de ráfaga) sobre intervalos de 3 segundos, en exposición abierta, a una altura normal de referencia de 10 m que tiene un período de recurrencia de un año.

En la Figura xx, se indica la velocidad de referencia en el mapa teniendo en cuenta la ubicación geográfica de la construcción. Cuando la ubicación de la construcción esté comprendida entre dos isocletas se adopta el mayor de los dos valores o se interpola linealmente entre ambos valores.

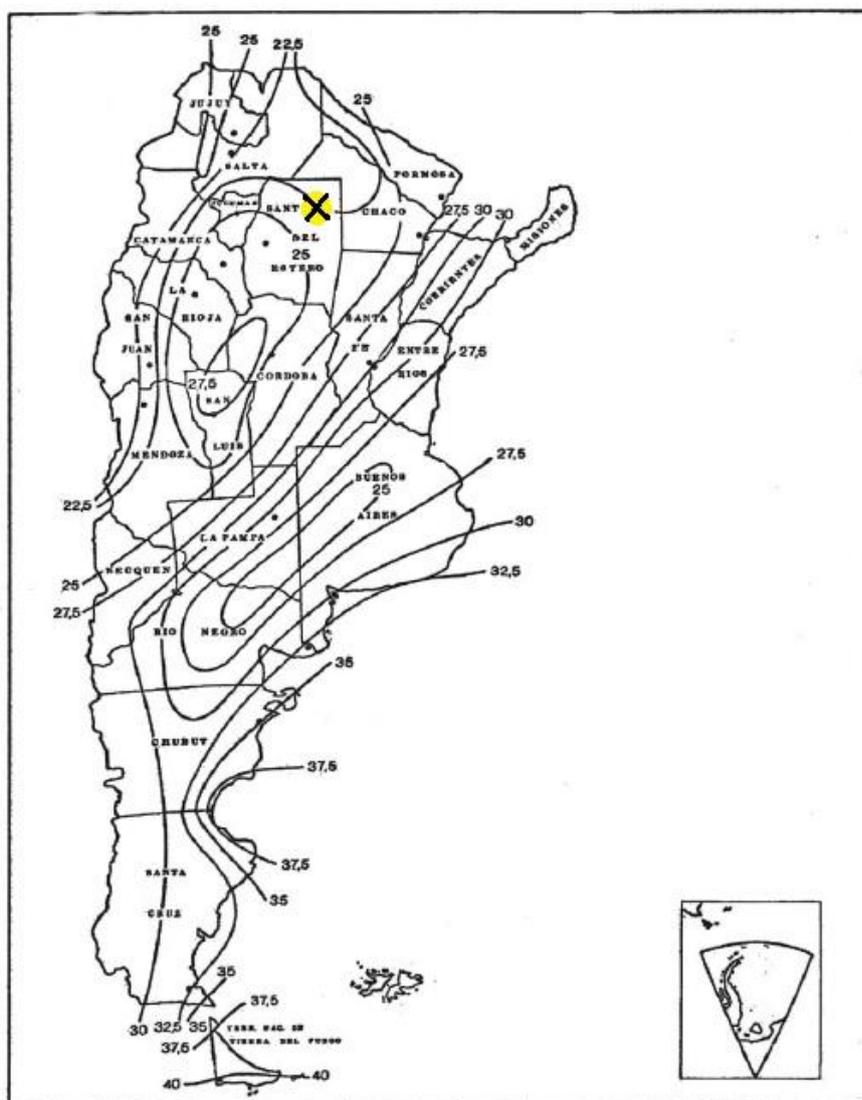


Figura 37. Mapa de distribución de la velocidad de referencia (β)

$$\beta = 22,5$$

La velocidad básica de diseño, V_0 se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_o = c_p \times \beta$$

Siendo:

- C_p , el coeficiente de velocidad probable, que toma en consideración el riesgo y el tiempo de riesgo adoptados para la construcción.

Grupo	DESCRIPCION	P_m	m	c_p
1	Construcciones cuyo colapso o deterioro puede afectar la seguridad o la sanidad pública y aquellas vinculadas con la seguridad nacional: hospitales, centrales eléctricas y de comunicaciones, reactores nucleares, industrias riesgosas, cuarteles de bomberos y fuerzas de seguridad, aeropuertos principales, centrales de potabilización y distribución de aguas corrientes, etc.	0,20	50	2,13
2	Edificios para vivienda, hoteles y oficinas, edificios educacionales, edificios gubernamentales que no se consideren en el grupo 1, edificios para comercios e industrias con alto factor de ocupación, etc.	0,50	25	1,65
3	Edificios e instalaciones industriales con bajo factor de ocupación: depósitos, silos, construcciones rurales, etc.	0,50	10	1,45
4	Construcciones temporarias o precarias: locales para exposiciones, estructuras de otros grupos durante el proceso de construcción, etc.	0,50	2	1,16

Tabla 46. Valores límite de la Probabilidad P_m , del Período de vida m , y del coeficiente c_p para los distintos grupos de construcciones

La construcción de la superficie de almacenamiento es del Grupo 2, edificios e instalaciones con bajo factor de ocupación, construcciones rurales.

$$c_p = 1,45$$

$$V_o = 1,45 \times 22,5 = 32,625 \frac{m}{s}$$

La presión dinámica básica, q_o expresada en kilonewton por metro cuadrado se calcula mediante la siguiente expresión:

$$q_o = 0.000613 \times V_o^2$$

$$q_o = 0,652 \text{ KN/m}^2$$

La presión dinámica de cálculo, q_z se calculará mediante la siguiente expresión.

$$q_z = q_0 \times c_z \times c_d$$

Siendo:

- q_z , la presión dinámica de cálculo, expresada en kilonewtin por metro cuadrado.
- q_0 , la presión dinámica básica, expresada en kilonewton por metro cuadrado.
- c_z , el coeficiente adimensional que expresa la ley de variación de la presión con la altura y toma en consideración la condición de rugosidad del terreno.
- c_d , el coeficiente adimensional de reducción que toma en consideración las dimensiones de la construcción.

La aplicación de esta expresión conduce a diagramas de presión dinámica de cálculo variables con la altura del punto considerado. En la mayoría de los casos resulta ventajoso trazar diagramas simplificados envolventes, e incluso, para construcciones bajas, puede adoptarse una presión dinámica de cálculo constante en toda la altura de la construcción, en función del mayor valor de z .

La velocidad del viento y , por consiguiente, la presión dinámica de cálculo varían con las condiciones de rugosidad del terreno y con la altura del punto en consideración. El coeficiente c_z expresa la variación de la velocidad del viento con la altura y la rugosidad del terreno (ver anexo a este artículo).

La expresión general del coeficiente c_z es:

$$c_z = \left[\frac{\ell_n \left(\frac{z}{z_{o,i}} \right)}{\ell_n \left(\frac{10}{z_{o,1}} \right)} \right]^2 \left(\frac{z_{o,i}}{z_{o,1}} \right)^{0,1412}$$

siendo:

- z la altura del punto considerado, respecto del nivel de referencia, expresada en metros;
- $z_{o,i}$ un parámetro que depende del tipo de rugosidad i del terreno;
- $z_{o,1}$ el parámetro $z_{o,i}$ correspondiente al tipo de rugosidad I.

En la Tabla 47. se describen los cuatro tipos de rugosidades en que se clasifican los terrenos y se dan los valores de $z_{o,i}$ para cada una de ellas.

Tipo	DESCRIPCION	$z_{0,i}$ (m)
I	Llanuras planas con pocas o ninguna obstrucción, con un promedio de alturas de las posibles obstrucciones alrededor de la construcción menor que 1,5 m. Por ejemplo: fajas costeras hasta aproximadamente 6 km, llanuras sin árboles, mesetas desérticas, pantanos.	0,005
II	Zonas llanas, poco onduladas con obstrucciones dispersas, tales como cercas, árboles o construcciones muy aisladas, con alturas entre 1,5 y 10 m.	0,050
III	Zonas onduladas o forestadas, zonas urbanas con numerosas obstrucciones de espacios cerrados que tienen la altura de las casas domésticas con promedio no superior a 10 m. Por ejemplo: áreas industriales, suburbios de grandes ciudades.	0,200
IV	Superficies cubiertas por numerosas obstrucciones, centros de grandes ciudades con edificación general de más de 25 m de altura.	0,500

Tabla 47. Tipos de rugosidad y valores del parámetro $z_{0,i}$ para cada tipo

Tipo II = 0,050

También se pueden definir los valores del coeficiente mediante la Tabla 49. para los cuatro tipos de rugosidad y para alturas variables entre 10 m y 250 m.

z (m)	<i>Tipo de Rugosidad</i>			
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
≤ 10	1,000	0,673	0,446	0,298
20	1,191	0,860	0,618	0,451
30	1,310	0,980	0,732	0,556
40	1,398	1,071	0,818	0,637
50	1,468	1,143	0,888	0,703
60	1,527	1,204	0,948	0,760
70	1,578	1,257	1,000	0,810
80	1,622	1,304	1,046	0,854
90	1,662	1,346	1,088	0,894
100	1,698	1,384	1,125	0,931
150	1,839	1,536	1,277	1,079
200	1,944	1,648	1,390	1,191
250	2,026	1,738	1,482	1,281

Tabla 48. Valores del coeficiente adimensional cz

$$cz = 0,673$$

Cuando alguna de las dimensiones de la construcción exceda de 20 metros, se podrá aplicar en el cálculo de las presiones dinámicas qz un coeficiente adimensional de reducción menor que la unidad, que tenga en cuenta la dimensión espacial de la ráfaga en relación a las dimensiones de dicha construcción.

En el caso de la estructura del proyecto, la modulación más grande tiene una largura de 20 m pero no excede, por lo que se toma $cd=1$.

$$qz = 0,652 \times 0,673 \times 1 = 0,44 \text{ KN/m}^2$$

C.2. ESTRUCTURA DE LA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN

Como se ha explicado anteriormente, las chapas acanaladas que se encuentran en la zona tienen 1 metro útil de ancho y 7 metros de largo. Para cada modulación, las chapas se disponen a lo ancho, para que haya posibilidad de añadir más chapas a la estructura en el caso de que hiciera falta en un futuro (Tabla 49).

Se dispondrán columnas empotradas de quebracho colorado y vigas simplemente apoyadas a lo ancho de la estructura de quebracho blanco. Las columnas se introducen 80 cm en la tierra para asegurar el empotramiento y se deja 2 m de altura en la parte más baja (pendiente del 7%) para que la población beneficiaria pueda utilizar el techo para otros usos.

A continuación se muestra un croquis de la estructura (Figura 41). En el dibujo, se han colocado un número aproximado de vigas y de columnas, ya que aún no se han definido las luces máximas.

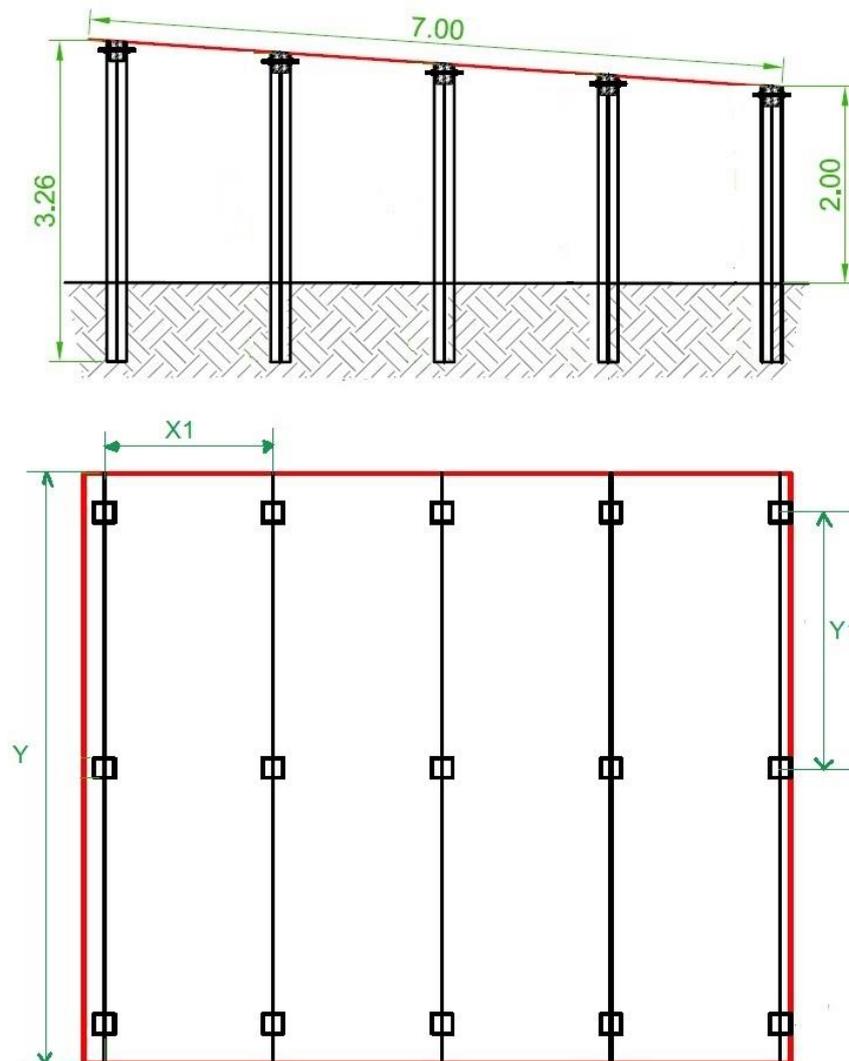


Figura 38. Vista frontal y superior del croquis de la estructura

La luz X1, la definirá las deformaciones máximas de la chapa acanalada y la luz Y1, la definirá el cálculo estructural de las vigas de quebracho blanco.

Modulación Nº	Nº chapas	X (m)	Y (m)
1	4	7	4
2	6	7	6
3	12	7	12
4	20	7	20

Tabla 49. Medidas para cada modulación

C.3. DEFORMACIONES Y FLECHAS MÁXIMAS DE LA CHAPA

Se han cogido los datos del fabricante de la chapa acanalada respecto a la luz máxima que pueden soportar.

	Espesor mm	Luces en metros								
		1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
Dos apoyos	0.5	164	84	49	31	21	14	11	8	6
	0.6	193	99	57	36	24	17	12	9	7
	0.7	225	115	67	42	28	20	14	11	8
	0.8	260	133	77	48	32	23	17	12	10
	1.0	329	168	97	61	41	29	21	16	12
Tres apoyos	1.2	395	202	117	74	49	35	25	19	15
	0.5	298	191	122	77	51	36	26	20	15
	0.6	348	223	143	90	60	42	31	23	18
	0.7	406	260	166	105	70	49	36	27	21
	0.8	464	297	192	121	81	57	42	31	24
Multiapoyada	1.0	580	371	244	153	103	72	53	40	30
	1.2	696	445	292	184	123	87	63	47	37
	0.5	348	223	155	114	87	69	56	46	39
	0.6	406	260	181	133	102	80	65	54	45
	0.7	474	303	211	155	118	94	76	63	53
Multiapoyada	0.8	542	347	241	177	135	107	87	72	60
	1.0	677	433	301	221	169	134	108	90	75
	1.2	812	520	361	265	203	160	130	107	90

Tabla 50. Cargas en kgf/m^2 uniformemente repartidas para una flecha de, $f < \text{Luz}/200$ en los vanos centrales y tensión máxima admisible 1600 kgf/m^2 . Flecha considerada en los vanos de viga

Si se tiene en cuenta que $X = 7 \text{ m}$, que a cada lado de la chapa se dejan $0,2 \text{ m}$ y que la columna de quebracho colorado se proyecta de $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$, la distancia entre los ejes de las vigas ($X1$) será:

$$X1 = \frac{7 - 2 \times 0,2 - b}{(\text{Cantidad de postes} - 1)}$$

APOYOS	Nº postes	X1
Bi-apoyada	2	6,4
Tri-apoyada	3	3,2
Multiapoyada	4	2,13
	5	1,6

Tabla 51. $X1$, dependiendo del número de apoyos

Siendo la luz máxima 3 metros en todos los casos, comprobaremos si la chapa acanalada necesita 4 o 5 apoyos. Para ello, se calcula las flechas máximas en los vanos de las vigas y se comprueba utilizando el Documento Básico de Seguridad Estructural del Código Técnico de la Edificación [55].

C.3.1. Combinación de acciones

Para cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones se determinarán a partir de la correspondiente combinación de acciones e influencias simultáneas, de acuerdo con los criterios que se establecen a continuación.

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$0,1084 + 0,44 + 0,6 \times 0,294 = 0,7748 \frac{KN}{m^2}$$

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$0,1084 + 0,6 \times 0,49 = 0,4024 \frac{KN}{m^2}$$

Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$0,1084 \frac{KN}{m^2}$$

C.3.2. Flechas admisibles

- Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que L/300.
- Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que 1/350.

- Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.

Las condiciones anteriores deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos.

C.3.3. Cálculo de flechas y comparaciones

Para determinar la flecha, se utiliza el siguiente esquema:

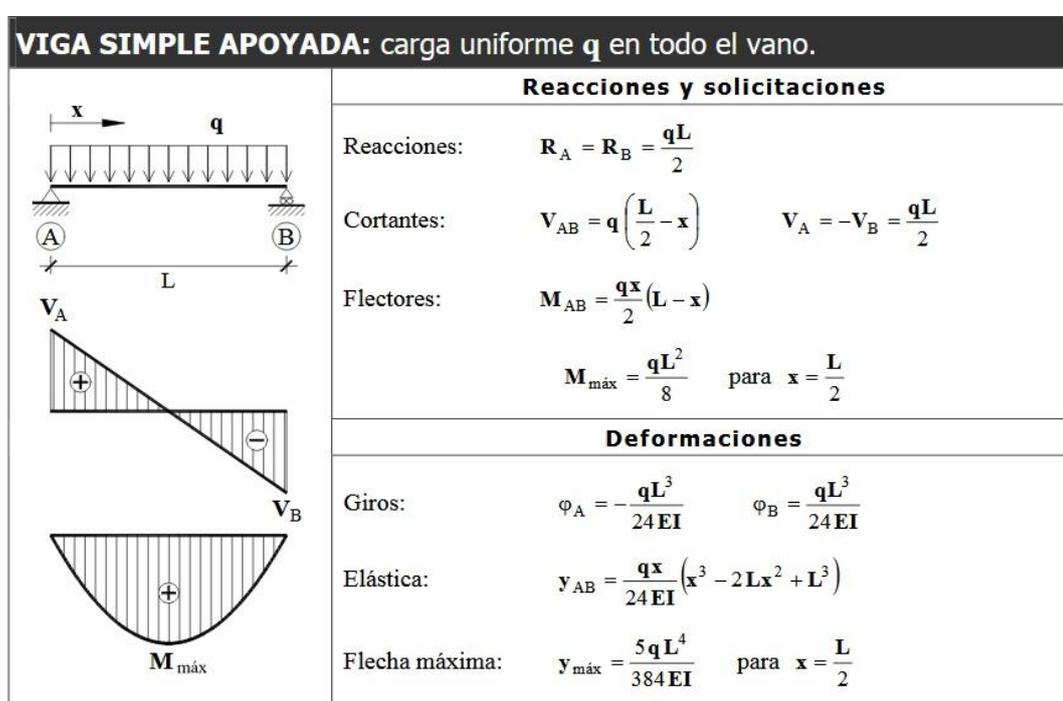


Figura 39. Prontuario básico de estructuras simples [56]

A continuación, se muestran los resultados.

q (KN/m/ml)	L	2L	E (N/m ²)	I_y (m ⁴ /ml)	f_x (cm)	Flecha admisible
0,7748	2,2	4,4	2,1E+11	4,85E-06	0,37	(L/300) 0,73
0,4024	2,2	4,4	2,1E+11	4,85E-06	0,19	(L/350) 0,63
0,1084	2,2	4,4	2,1E+11	4,85E-06	0,05	(L/300) 0,73

Tabla 52. Flechas obtenidas y flechas admisibles

Como se puede comprobar, son todas admisibles, por lo que la luz máxima para cada modulación (X1) será de 2,2 m.

C.4. CÁLCULO DE VIGAS Y COLUMNAS

Para el cálculo de vigas y columnas, se utiliza el Documento Básico de Seguridad Estructural de Madera (SE-M) [57].

Debido a la dificultad de encontrar todas las propiedades que el código técnico para madera necesita, se han consultado diversas fuentes y teniendo en cuenta los datos obtenidos, se ha asociado a cada tipo de madera, una clase resistente [58] [59] [60]. La tabla xx corresponde con los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas a cada clase resistente para las especies de coníferas y chopo y en la tabla xx para las especies frondosas.

Propiedades		C14	C16	C18	C20	Clase resistente								
						C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	
Resistencia (característica) en N/mm ²														
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29	
-Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
Rigidez, en kN/mm ²														
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	
Densidad, en kg/m ³														
- Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	
- Densidad media	ρ_{medio}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	

Tabla 53. Madera aserrada. Especies coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase resistente

Propiedades		D18	D24	D30	Clase Resistente				
					D35	D40	D50	D60	D70
Resistencia (característica), en N/mm ²									
- Flexión	$f_{m,k}$	18	24	30	35	40	50	60	70
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	11	14	18	21	24	30	36	42
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	18	21	23	25	26	29	32	34
-Compresión perpendicular.	$f_{c,90,k}$	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
- Cortante	$f_{v,k}$	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Rigidez, kN/mm ²									
-Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	10	11	12	12	13	14	17	20
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil	$E_{0,k}$	8,4	9,2	10,1	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,67	0,73	0,80	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
Densidad, kg/m ³									
-Densidad característica	ρ_k	500	520	530	540	550	620	700	900
- Densidad media	ρ_{medio}	610	630	640	650	660	750	840	1080

Tabla 54. Madera aserrada. Especies frondosas. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase resistente

El quebracho colorado, corresponde con la Clase resistente D18 y el quebracho blanco con la C14.

PROPIEDADES		Quebracho blanco	Quebracho colorado
		C14	D18
Resistencia característica, en N/mm²			
Flexión	fm,k	14	18
Tracción paralela	ft,0,k	8	11
Tracción perpendicular	ft,90,k	0,4	0,6
Compresión paralela	fc,0,k	16	18
Compresión perpendicular	fc,90,k	2	7,5
Cortante	fv,k	3	3,4
Rigidez, en KN/mm²			
Módulo de elasticidad paralelo medio	Eo, medio	7	10
Módulo de elasticidad paralelo 5º-percentíl	Eo,k	4,7	8,4
Módulo de elasticidad perpendicular medio	E90,medio	0,23	0,67
Módulo transversal medio	Gmedio	0,44	0,63
Densidad, en Kg/m³			
Densidad característica	ρk	290	500
Densidad media	ρmedio	350	610

Tabla 55. Resumen de las propiedades mecánicas de cada madera

Asimismo, se le asocia a cada madera su densidad correspondiente, ya que es más elevada que en las tablas 53 y 54.

$$\rho_k (\text{queracho colorado}) = 1200 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_k (\text{quebracho blanco}) = 880 \text{ kg/m}^3$$

C.4.1. Vigas

Se calcula la luz máxima (Y1) por resistencia de vigas en Estado Límite Último y Estado Límite de Servicio.

Para ello, se comprueba en primer lugar con la sección aproximada que suelen construir los habitantes de San Antonio y Overa.

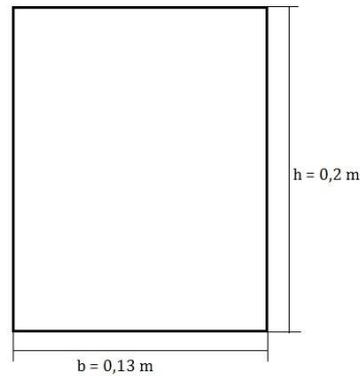


Figura 40. Sección de las vigas

C.4.1.1. Estado límite último

C.4.1.1.1. Combinación de acciones

Las acciones se convierten en lineales de la siguiente forma:

$$q \text{ (chapa)} = 0.1084 \frac{KN}{m^2} \times 2,2 \text{ m} = 0.24 \text{ KN/m}$$

$$q \text{ (pp quebracho blanco)} = 880 \frac{kg}{m^3} \times 0.2 \times 0.3 = 0.23 \text{ KN/m}$$

$$q \text{ (sobre carga)} = 0.576 \frac{KN}{m^2} \times 2.2 \text{ m} = 1.26 \text{ KN/m}$$

$$q \text{ (agua)} = 0.294 \frac{KN}{m^2} \times 2.2 \text{ m} = 0.64 \text{ KN/m}$$

$$q \text{ (viento)} = 0.44 \frac{KN}{m^2} \times 2.2 \text{ m} = 0.968 \text{ KN/m}$$

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

La combinaciones más desfavorables, son las siguientes:

$$\text{Hip 1. } 1.35 \times 0.47 + 1.5 \times 1.26 + 1.5 \times 0.968 \times 0.6 + 1.5 \times 0.64 \times 0.6 = 3.97 \frac{KN}{m}$$

$$\text{Hip 2. } 0.8 \times 0.47 + 1.5 (-0.968) = -1.076 \frac{KN}{m}$$

C.4.1.1.2. Esfuerzos en la viga

El esquema para calcular la luz máxima será el siguiente.

- Hipótesis 1



Figura 41. Esquema de la viga hip 1

Se calculan los esfuerzos en la viga.

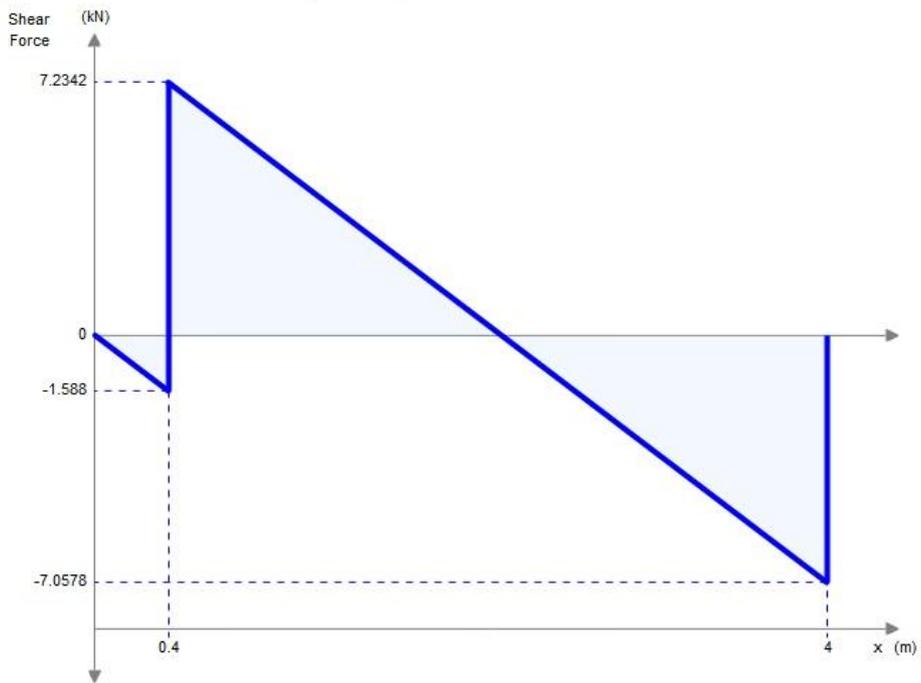


Figura 42. Diagrama de esfuerzo cortante hip 1

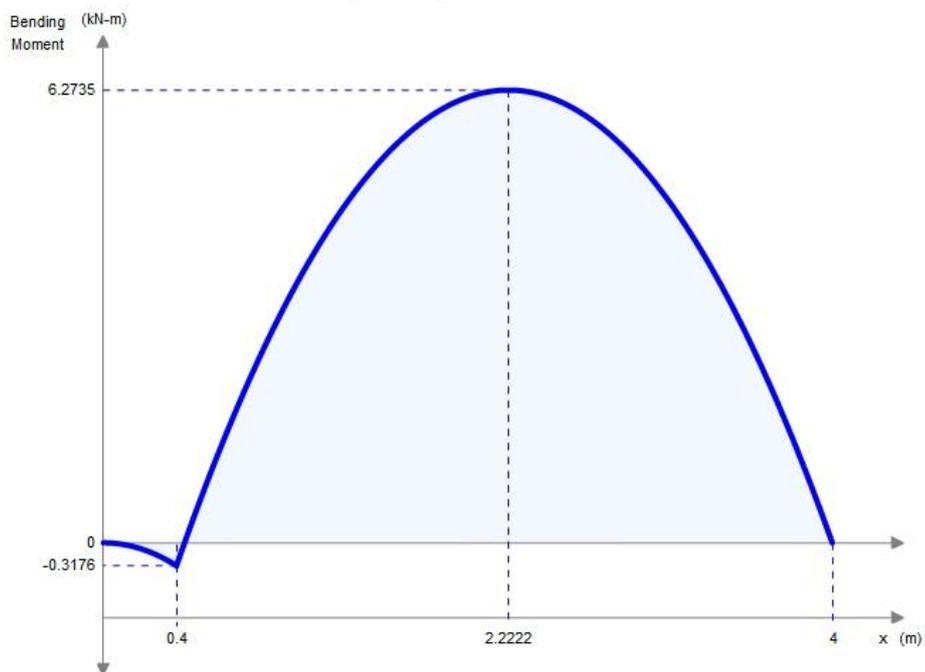


Figura 43. Diagrama de momentos flectores hip 1

- Hipótesis 2



Figura 44. Esquema de la viga hip 2

Se calculan los esfuerzos en la viga.

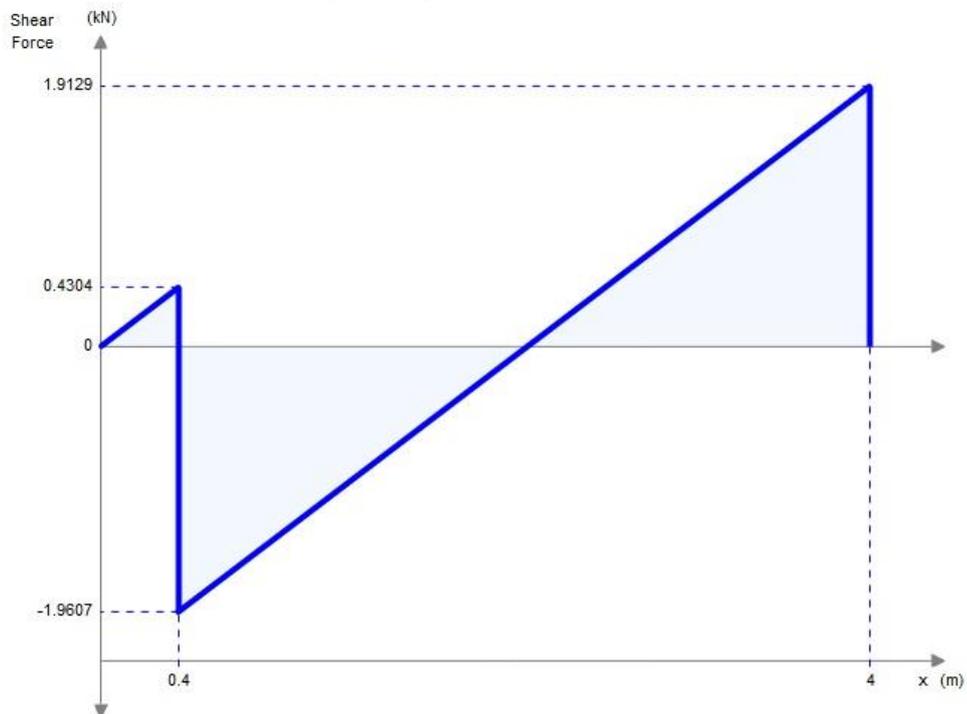


Figura 45. Diagrama de esfuerzo cortante hip 2

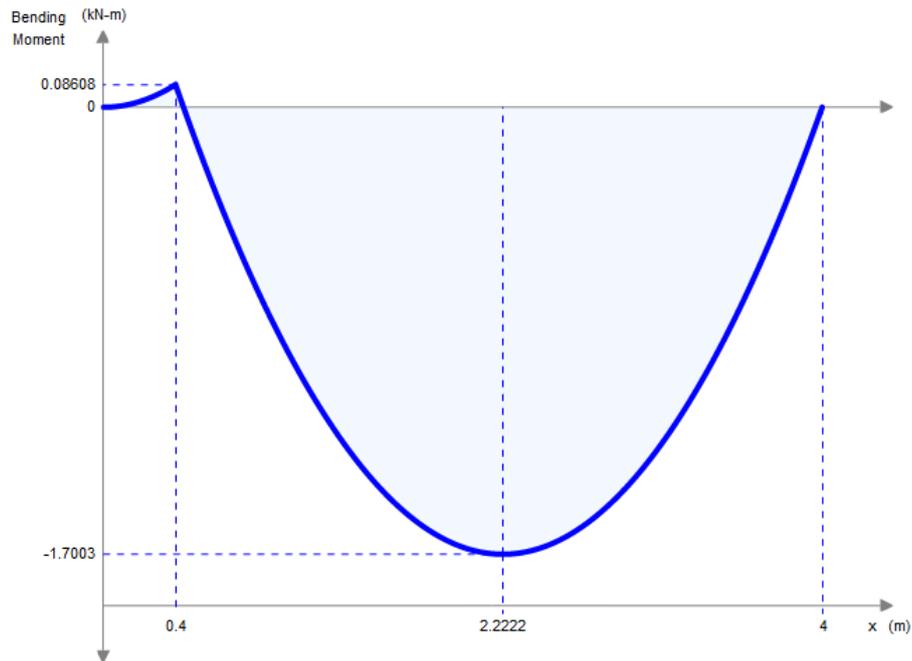


Figura 46. Diagrama de momentos flectores hip 2

C.4.1.1.3. Comprobación de secciones

Los valores de cálculo se obtienen a partir de los valores característicos mediante la siguiente fórmula:

$$X_d = k_{\text{mod}} \cdot \left(\frac{X_k}{\gamma_M} \right)$$

Siendo:

- X_k , valor característico de la propiedad del material;
- γ_M , coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material
- k_{mod} , factor de modificación, teniendo en cuenta, previamente, la clase de duración de la combinación de carga y la clase de servicio

Situaciones persistentes y transitorias:	
- Madera maciza	1,30
- Madera laminada encolada	1,25
- Madera microlaminada, tablero contrachapado, tablero de virutas orientadas	1,20
- Tablero de partículas y tableros de fibras (duros, medios, densidad media, blandos)	1,30
- Uniones	1,30
- Placas clavo	1,25
Situaciones extraordinarias:	
	1,0

Tabla 56. Coeficiente parcial de seguridad γ_M

Se definen las Clases de servicio de cada elemento estructural en función de las condiciones ambientales previstas:

- Clase de servicio 1. Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 65% unas pocas semanas al año.
- Clase de servicio 2. Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.
- Clase de servicio 3. Condiciones ambientales que conduzcan a contenido de humedad superior al de la clase de servicio 2.

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
			Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
Madera maciza	UNE-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera laminada encolada	UNE-EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

Tabla 57. Valores del factor k_{mod}

Si una combinación de acciones incluye acciones pertenecientes a diferentes clases de duración, el factor k_{mod} debe elegirse como el correspondiente a la acción de más corta duración.

$$\gamma_M = 1.3$$

$$\text{Clase de servicio} = 3$$

$$k_{mod} = 0.7$$

Para la comprobación de secciones, es habitual el empleo de un Índice de agotamiento (I) que relaciona la tensión y la resistencia de cálculo para cada combinación de cargas. Para validar una sección ha de ser inferior a la unidad.

C.4.1.1.3.1. Tensiones paralelas a la fibra

$$I_0 = \frac{N_d}{A_n \cdot f_{0,d}} \leq 1$$

$$N_d = 0$$

C.4.1.1.3.2. Flexión

Para flexión simple se comprueba:

$$I_m = \frac{M_d}{W \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

$$I_m = \frac{6.275 \text{ KN} \times \text{m}}{8.66 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 8.29 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 0.87 < 1$$

$$W = \frac{b \times h^2}{6} = 8.66 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$f_{m,d} = K_{mod} \times \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} \times kh \times k_{cc} = 0.7 \times \frac{14 \text{ N/mm}^2}{1.3} \times 1 \times 1.1 = 8.29 \text{ N/mm}^2$$

kh es un factor que permite tener en cuenta el tamaño de la sección. Por ser $h > 1500 \text{ mm}$ el valor de kh es la unidad.

Por otro lado, la resistencia de cálculo aumenta un 10% ($k_{cc}=1,1$) cuando se trata de estructuras de carga compartida: piezas iguales y separadas a una misma distancia, que se encuentran transversalmente unidas por una estructura secundaria que además de arriostrarla distribuye la carga etc.

C.4.1.1.3.3. Cortante

Con las dimensiones que habitualmente se requieren para cumplir los estados límites de resistencia a flexión y de servicio, el cortante no suele presentar problemas salvo en algunas piezas de sección variable, vigas cortas con cargas importantes o barras con entalladuras en sus apoyos. El fallo por cortante en piezas de madera se produce por deslizamiento de las fibras centrales de zonas próximas a los apoyos, dando lugar a un plano de rotura más o menos horizontal, alineado con las fibras.

En secciones rectangulares la expresión del índice es la siguiente:

$$I_v = \frac{1,5 \cdot Q_d}{b \cdot h \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$I_v = \frac{1,5 \times 7,24 \text{ KN}}{0,13 \times 0,2 \text{ m}^2 \times 1,78 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 0,23 < 1$$

$$f_{v,d} = K_{mod} \times \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,7 \times \frac{3 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 1,78 \text{ N/mm}^2$$

C.4.1.1.3.4. Compresión uniforme perpendicular a la fibra

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$$

siendo

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$$

Siendo

$\sigma_{c,90,d}$ Tensión de cálculo a compresión perpendicular a la fibra

$F_{c,90,d}$ Valor de cálculo de la carga de compresión perpendicular a la fibra

A_{ef} Área de contacto eficaz en compresión perpendicular a la fibra

$f_{c,90,d}$ Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra

$k_{c,90}$ Factor que tiene en cuenta la distribución de la carga, la posibilidad de hienda y la deformación máxima por compresión perpendicular.

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{3,97 \times 4}{4 \times 0,13} = 30 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$f_{c,90,d} = K_{mod} \times \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,7 \times \frac{16 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 8,61 \text{ N/mm}^2$$

$k_{c,90} = 1$ (por distribución uniforme de la carga)

$$30 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} < 8610 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

C.4.1.1.3.5. Tracción uniforme perpendicular a la fibra

$$\sigma_{t,90,d} = \frac{1,076 \times 4}{4 \times 0,13} = 8,27 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$f_{t,90,d} = K_{mod} \times \frac{f_{t,90,k}}{\gamma_M} \times k_{vol} = 0.7 \times \frac{0.4 \text{ N/mm}^2}{1.3} \times 1 = 0.215 \text{ N/mm}^2$$

$$8.27 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} < 215 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

C.4.1.1.3.6. Tracción perpendicular y cortante combinadas

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{vol} f_{t,90,d}} \leq 1$$

$$0.23 + \frac{8.27}{215} = 0.26 < 1$$

C.4.1.1.3.7. Estabilidad: Vuelco lateral de las vigas

La esbeltez relativa a flexión, $\lambda_{rel,m}$, de una viga se determina mediante la siguiente expresión:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

Siendo:

$f_{m,k}$ resistencia característica a flexión

$\sigma_{m,crit}$ tensión crítica a flexión calculada de acuerdo con la teoría de la estabilidad elástica, utilizando los valores característicos de los módulos de elasticidad, que en piezas de directriz recta y sección constante puede obtenerse a partir de la expresión siguiente:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,k} \cdot I_z \cdot G_{0,k} \cdot I_{tor}}}{\beta_v \cdot L_{ef} \cdot W_y}$$

La tensión crítica de flexión en piezas de madera de conífera de directriz recta y sección rectangular, puede obtenerse a partir de la siguiente expresión:

$$\sigma_{m,crit} = 0,78 \cdot \frac{E_{0,k} \cdot b^2}{L_{ef} \cdot h}$$

$$E, o, k = 4.7 \frac{KN}{mm^2}$$

$$L_{ef} = \beta_v \times L = 0.95 \times 3.6 = 3.42 \text{ m}$$

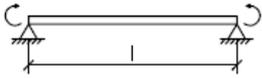
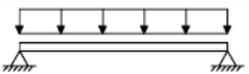
Tipo de carga y viga	$\beta_v = L_{ef} / L$
	$\beta_v = 1,00$
	$\beta_v = 0,95$

Tabla 58. Componente β_v para distintos tipos de carga y viga

$$\sigma_{m, crit} = 0.78 \times \frac{4.7 \frac{KN}{mm^2} \times 0.13 \text{ m}^2}{3.42 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}} = 90578.07 \frac{KN}{m^2}$$

$$\lambda_{rel, m} = \sqrt{\frac{14 \frac{N}{mm^2}}{90578.07 \frac{KN}{m^2}}} = 0.3931$$

La comprobación a vuelco lateral no será necesaria en vigas que cumplan la condición $\lambda_{rel, m} \leq 0,75$.

C.4.1.2. Estado límite de servicio: Deformaciones

Para el cálculo de la flecha inicial o la deformación instantánea pueden emplearse las fórmulas habituales de la teoría de estructuras.

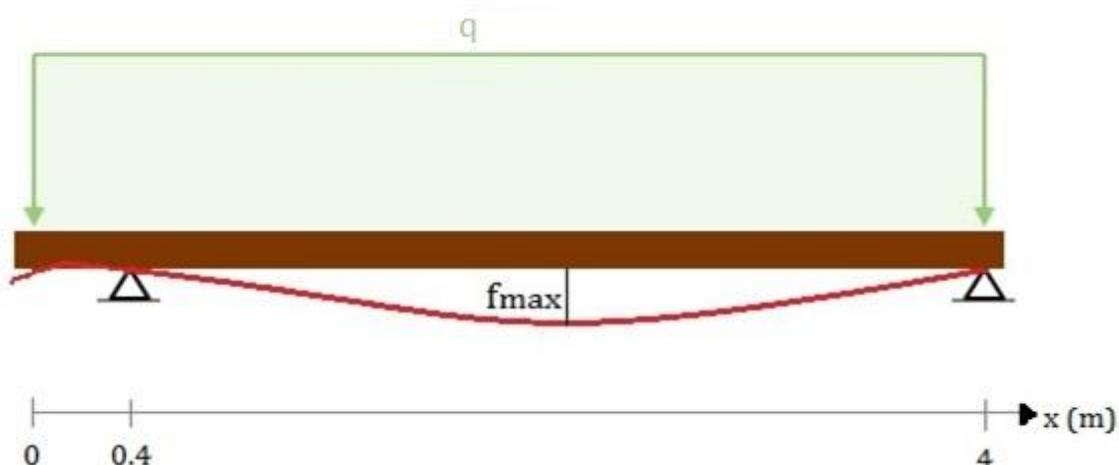


Figura 47. Croquis de la deformación en la viga de madera

Además, se tiene que tener en cuenta la deformación diferida en la madera debido al comportamiento reológico del material. Por ello, se debe tener en cuenta un incremento de la deformación frente a cargas de larga duración. Su análisis es complejo, influyendo factores como la historia de las cargas, las tensiones máximas alcanzadas, tamaño de la sección, humedad, etc. Para simplificar se utiliza un único factor de fluencia k_{def} que incrementa la deformación inicial en función de la clase de servicio y de duración de la carga.

La deformación total tiene la siguiente expresión.

$$\delta_t = \delta_i (1 + k_{def})$$

Donde δ_i es la flecha instantánea y el factor K_{def} tiene los siguientes valores.

Material	Tipo de producto	Clase de servicio		
		1	2	3
Madera maciza		0,60	0,80	2,00
Madera laminada encolada		0,60	0,80	2,00
Madera microlaminada (LVL)		0,60	0,80	2,00

Tabla 59. Valores de k_{def} para madera

Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos que conviven con los estructurales, la flecha relativa, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, es decir, la deformación instantánea de la carga variable y, al menos, lo diferido de la permanente, debe ser menor que $L/300$.

Deformación instantánea de la peor hipótesis de la carga variable:

$$q_{variable} = 0.968 + 0.6 \times 0.64 = 1.352 \frac{KN}{m}$$

$$\delta_{i var} = 0.49 \text{ cm}$$

Deformación total de la carga permanente:

$$q_{permanente} = 0.47 \frac{KN}{m}$$

$$\delta_{tot} = \delta_i \times (1 + K_{def}) = 0.17 \text{ cm} \times (1 + 3) = 0.51 \text{ cm}$$

Comprobación:

$$0.49 + 0.51 = 1 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 1.2 \text{ cm}$$

Por confort de las personas usuarias, resulta conveniente incrementar la limitación a $L/350$ para evitar la sensación de oscilación, considerando solamente las acciones de corta duración. Es decir, la deformación instantánea de la carga variable sin su fluencia.

$$0.49 \text{ cm} < \frac{L}{350} = 1.02 \text{ cm}$$

Cuando se considere la funcionalidad y el aspecto visual, la flecha debe ser menor de $L/300$ ante cualquier combinación de cargas casi permanente.

Combinación de acciones casi permanente:

$$q = 0.47 \text{ KN/m}$$

$$ft = 0.17 \text{ cm} \times (1 + 3) = 0.51 \text{ cm}$$

$$0.51 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 1.2 \text{ cm}$$

Por lo que las vigas se dispondrán longitudinalmente cada 2.2 metros, y las columnas tendrán una separación máxima de 3.6 metros. Dependiendo la largura de cada modulación (4, 6, 12 o 20 metros) tendrán una separación para que queden simétricas. Aún así, la comprobación de las columnas se realizará con la separación máxima.

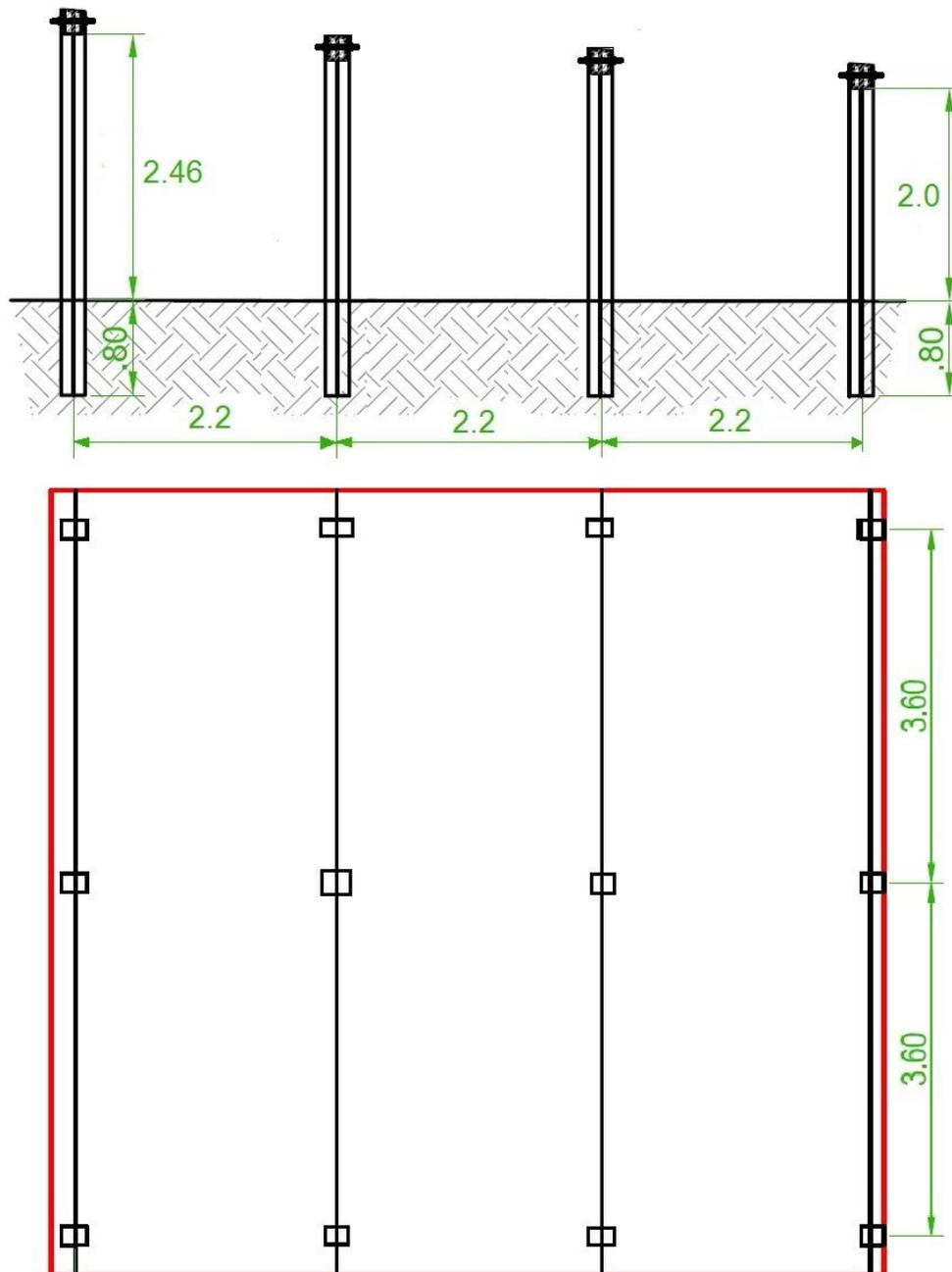


Figura 48. Luces máximas para cada dirección

C.4.2. Columnas

Como se puede ver en la Figura xx, se ha dejado 2 metros en la parte más baja para que la superficie de captación pueda utilizarse para otros usos. La columnas más altas serán de 2.46 m más los 80 cm enterrados.

Por otro lado, se ha dimensionado la sección con 0.2m x 0.2m, ya que las secciones que suelen construir en las comunidades rondan esa superficie.

C.4.2.1. Combinación de acciones

Las acciones afectan a la columna en forma de carga puntual:

$$q_{\text{chapa}} = 0.10845 \frac{KN}{m^2} \times 3.6 \times 2.2 = 0.86 \text{ KN}$$

$$q_{\text{viga}} = 880 \frac{kg}{m^3} \times 0.2 \times 0.13 \times 3.6 = 0.82 \text{ KN}$$

$$q_{\text{columna}} = 1200 \frac{kg}{m^3} \times 0.2 \times 0.2 \times 2.46 = 1.18 \text{ KN}$$

$$q_{\text{sobre carga}} = 0.576 \frac{KN}{m^2} \times 2.2 \times 3.6 = 4.5 \text{ KN}$$

$$q_{\text{viento}} = 0.576 \frac{KN}{m^2} \times 2.2 \times 3.6 = 3.48 \text{ KN}$$

$$q_{\text{agua}} = 0.294 \frac{KN}{m^2} \times 2.2 \times 3.6 = 2.32 \text{ KN}$$

La combinación más desfavorable, es la siguiente:

$$1.35 \times 2.86 + 1.5 \times 4.5 + 1.5 \times 3.48 \times 0.6 + 1.5 \times 2.32 \times 0.6 = 15.8 \text{ KN}$$

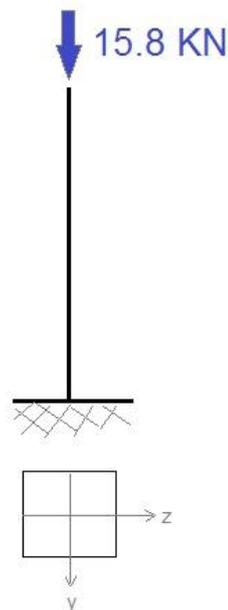


Figura 49. Esquema de las acciones en la columna

$$N_x = 15.8 \text{ KN}$$

C.4.2.3. Comprobación de secciones

C.4.2.3.1. Tensiones paralelas a la fibra

$$I_0 = \frac{N_d}{A_n \cdot f_{0,d}} \leq 1$$

$$f_{0,d} = K_{mod} \times \frac{f_{0,k}}{\gamma_m} = 0.7 \times \frac{18}{1.3} = 9.69 \frac{N}{mm^2}$$

$$I_0 = \frac{15.7 \text{ KN}}{0.2 \times 0.2 \times 9.69 \frac{N}{mm^2}} = 0.04 < 1$$

C.4.2.3.2. Estabilidad: Pandeo de columnas

El pandeo de una pieza comprimida es un fenómeno de inestabilidad por el que dicha pieza puede sufrir un fallo ante cargas que provocan tensiones de compresión muy inferiores a la resistencia del material que están hechas. En madera debe añadirse la imposibilidad de fabricar piezas perfectamente rectas, el comportamiento no lineal en todas las fases, la anisotropía del material etc.

De forma simplificada, se admite utilizar la misma resistencia del material, penalizada por un valor k_c , que reduce su valor en función de la esbeltez y la calidad de la madera.

El coeficiente de minoración k_c tiene la siguiente expresión:

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde k vale:

$$k = 0.5 \left[1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0.5) + \lambda_{rel}^2 \right]$$

k es en función de la esbeltez relativa λ_{rel} y β_c . Este último es un factor asociado a la rectitud de las piezas al que para madera aserrada corresponde $\beta_c=0.2$

La esbeltez relativa tiene la siguiente expresión:

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Como la sección de la columna es simétrica, pandeará por igual respecto al eje y (plano xz) que respecto al eje z (plano xy).

El radio de giro:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times 0.2 \times 0.2^3}{0.2 \times 0.2}} = 0.057$$

Esbeltez mecánica:

$$\lambda = \frac{Lk}{i} = \frac{L \times \beta}{i} = \frac{0.85 \times 2.25}{0.057} = 33.55$$

Lk es la longitud de pandeo en cada plano (en este caso es el mismo) y se consigue multiplicando la longitud total por el coeficiente de restricción de los extremos de la pieza para el movimiento (β).

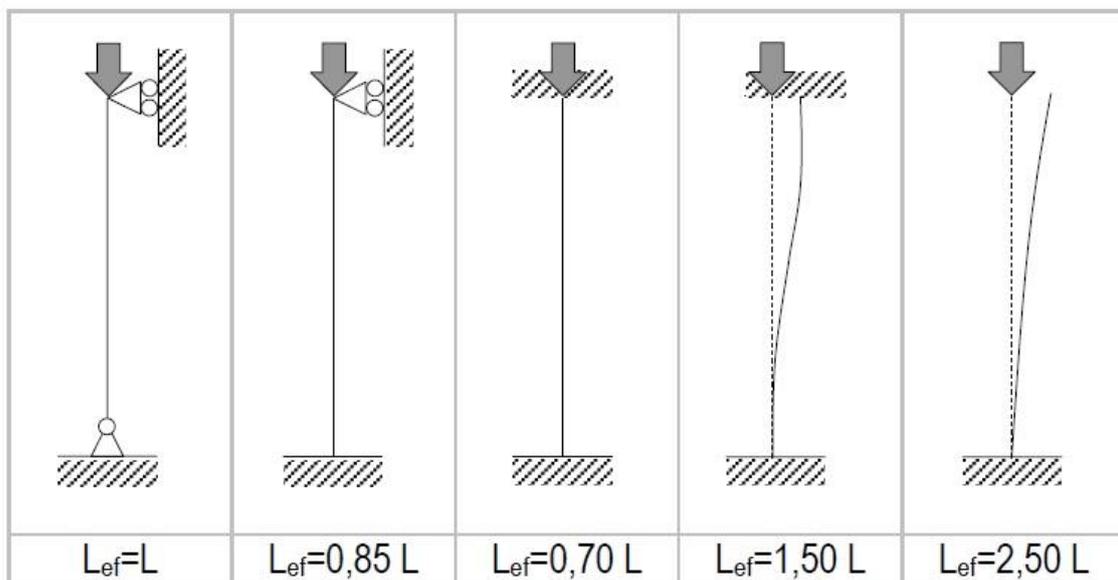


Figura 50. Valores de β para cada caso

Por lo que:

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \times \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}} = \frac{33.55}{\pi} \times \sqrt{\frac{18000 \text{ KN/m}^2}{8.4 \times 10^6 \text{ KN/m}^2}} = 0.498$$

$$k = 0.5 [1 + \beta c (\lambda_{rel} - 0.5) + \lambda_{rel}^2] = 0.5 [1 + 0.2 (0.498 - 0.5) + 0.498^2] = 0.624$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0.624 + \sqrt{0.624 - 0.498^2}} = 0.8$$

Si $\lambda_{rel} > 0,3$ se comprueba la pieza de la manera siguiente:

$$\frac{Nd}{An \times fc, o, d \times kc} < 1$$

$$\frac{15700N}{200mm \times 200mm \times 9.69 N/mm^2 \times 0.8} = 0.05 < 1$$

C.5. RESULTADOS

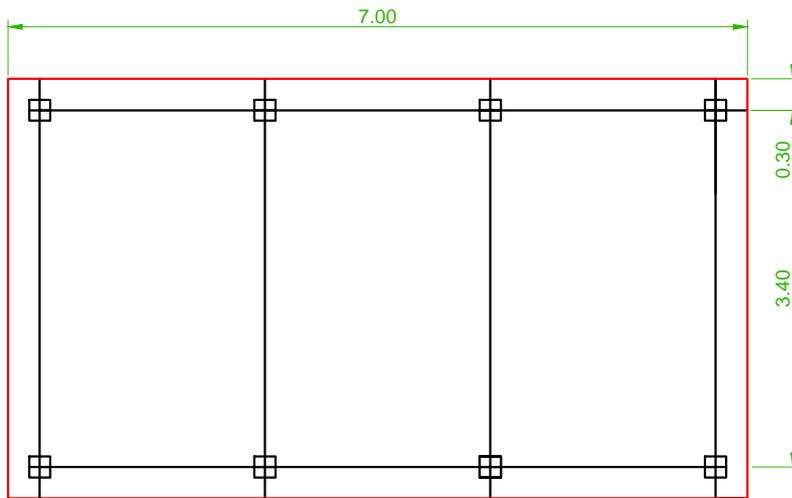
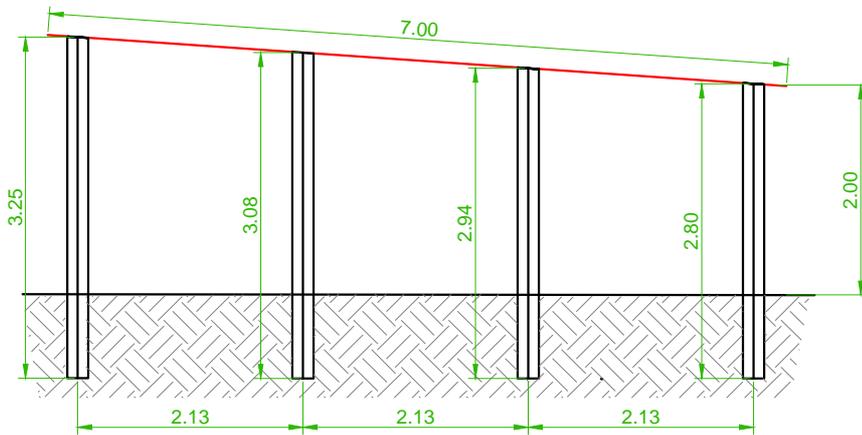
La superficie de captación es válida, y las distancias entre columnas se muestra en la tabla xx. Los planos de cada modulación se muestran a continuación.

Modulación Nº	Nº chapas	X			Y		
		Longitud (m)	Vanos	Distancia entre los ejes (m)	Longitud (m)	Vanos	Distancia entre los ejes (m)
1	4	7	3	2,13	4	1	3,4
2	6	7	3	2,13	6	2	2,7
3	12	7	3	2,13	12	4	2,85
4	20	7	3	2,13	20	6	3,23

Tabla 60. Distancia entre las columnas

C.6. PLANOS

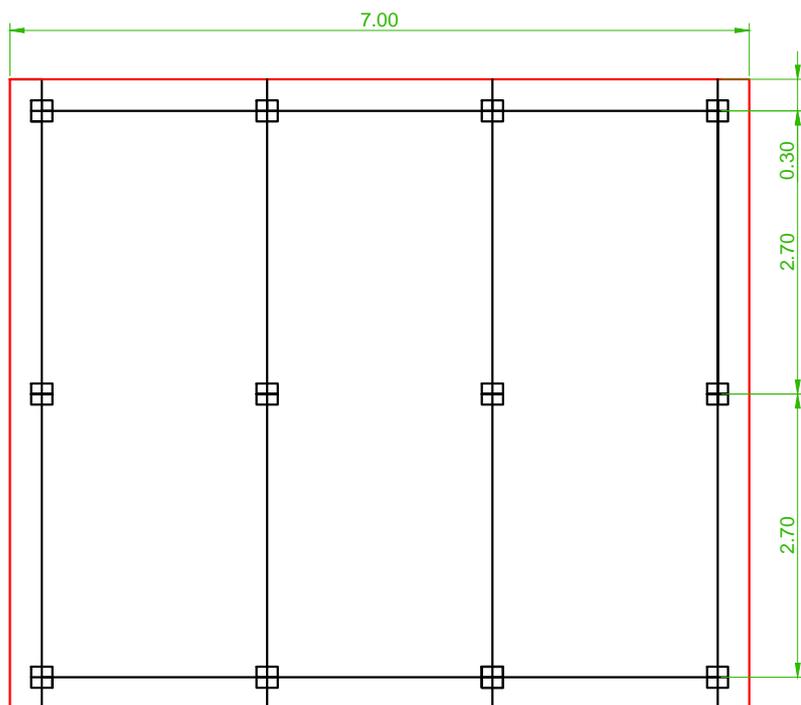
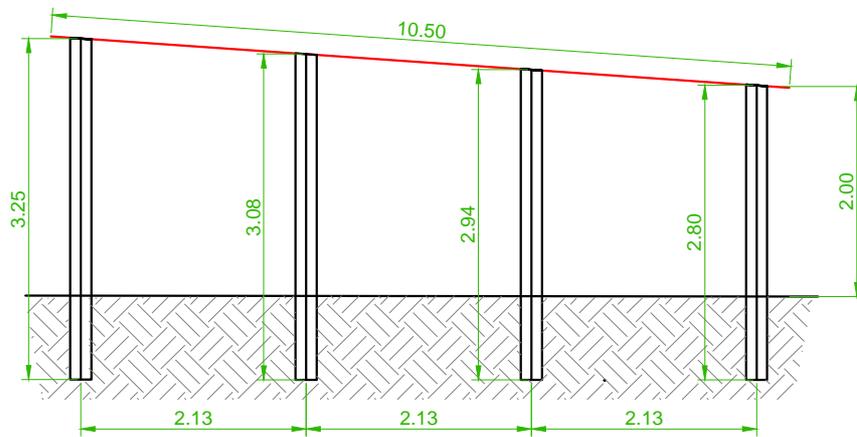
A continuación, se muestran en los planos del sistema de captación. Se sitúan en orden del 1 al 4 las modulaciones realizadas.



M1 Replanteo columnas y detalle

Esc 1:50

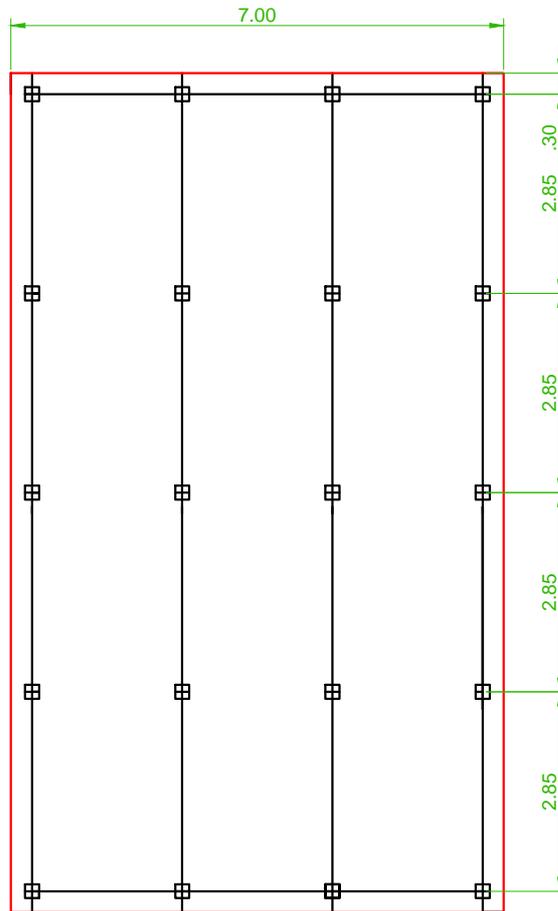
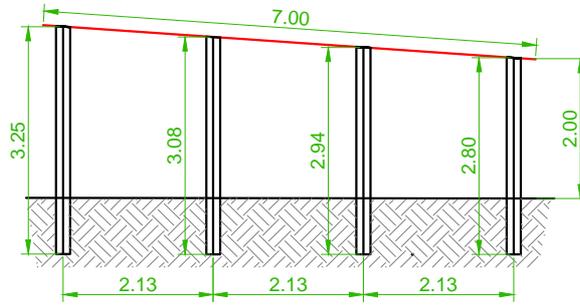




M2 Replanteo columnas y detalle

Esc 1:50

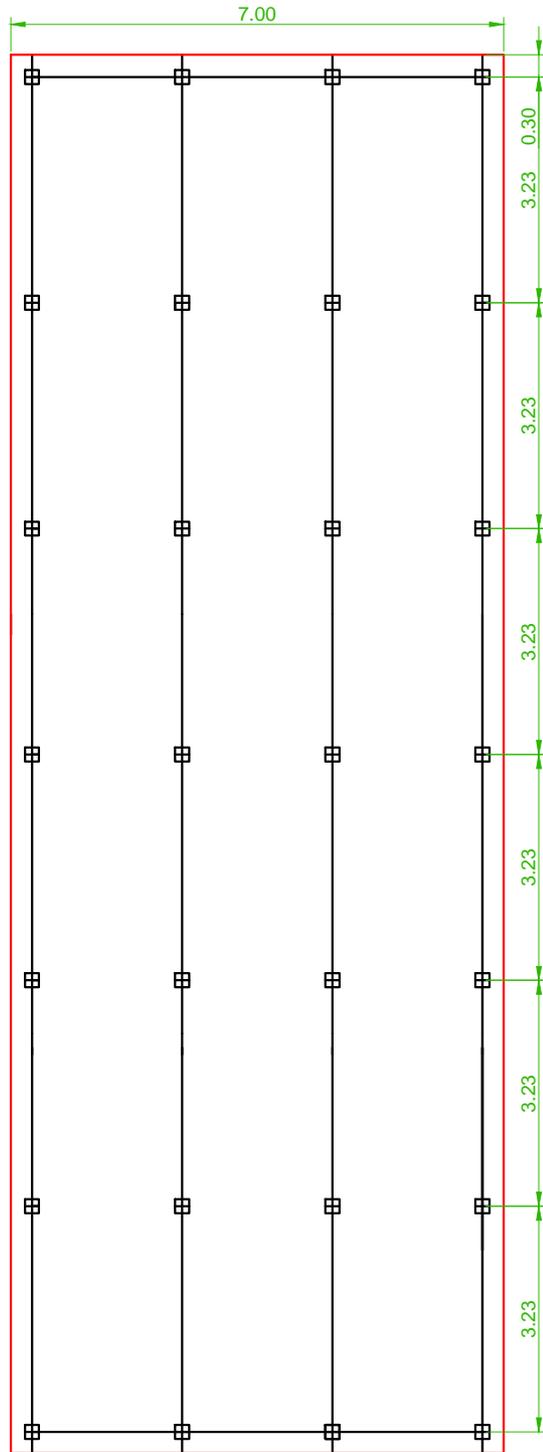
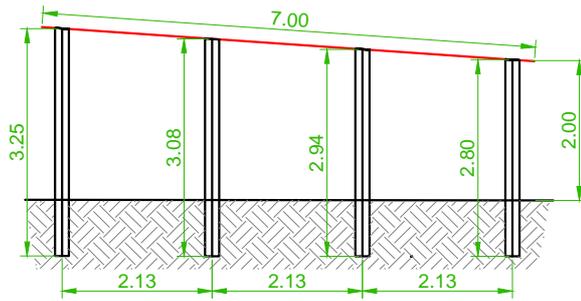




M3 Replanteo columnas y detalle

Esc 1:100





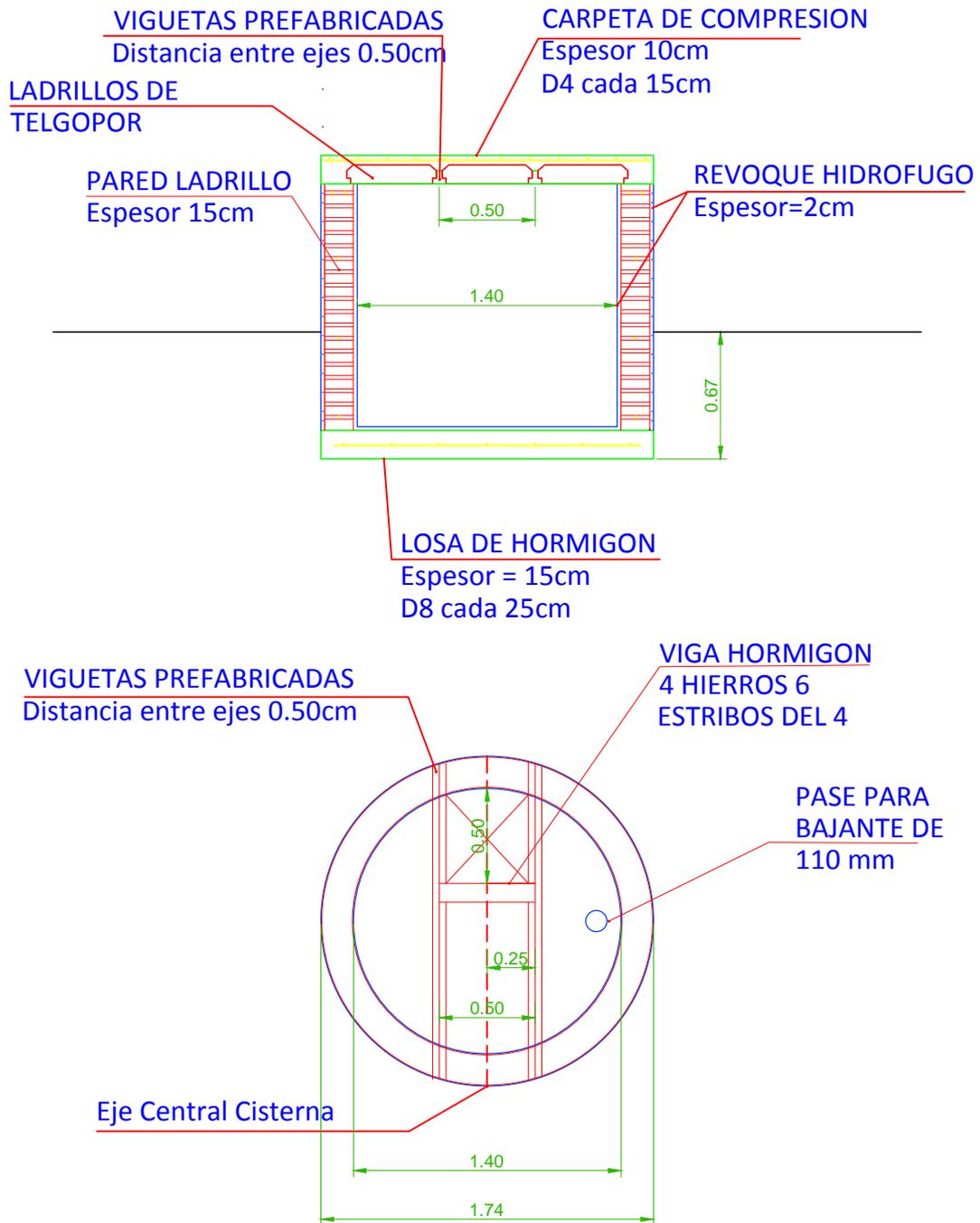
M4 Replanteo columnas y detalle

Esc 1:100



ANEJO D. CISTERNAS

A continuación, se muestran los planos de las modulaciones de la cisterna, los detalles de las armaduras y el pozo (o excavación) y los detalles constructivos.



C1 Cisterna 2000 L

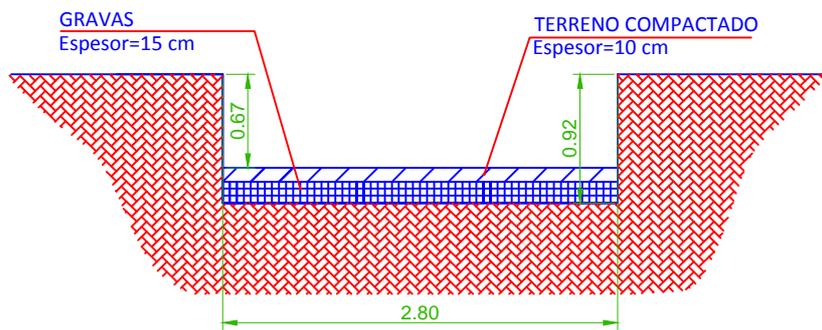
Esc 1:50



DIMENSIONES DEL POZO:

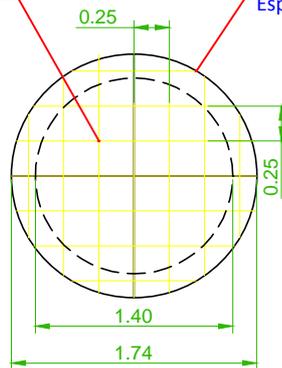
Profundidad : 0.92 m

Diámetro : 2.80 m



**ARMADURAS
LONGITUDINALES**
D8 cada 25cm

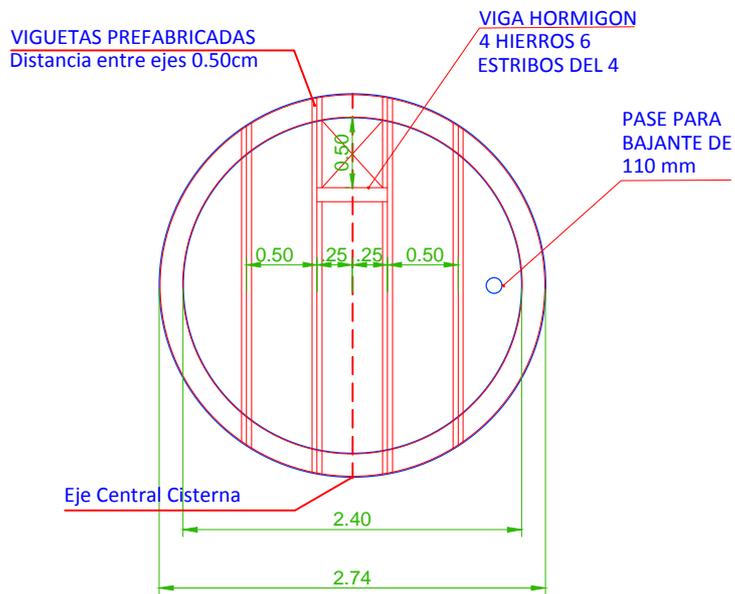
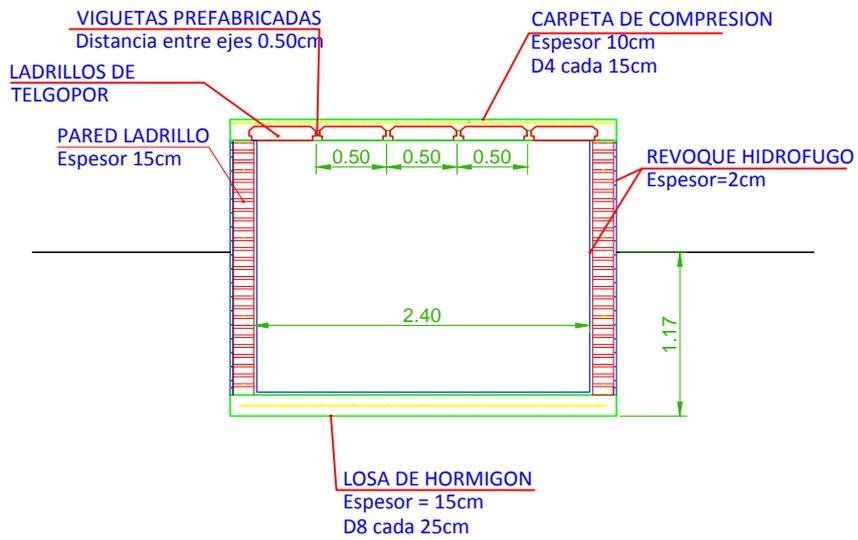
LOSA DE HORMIGON
Espesor = 15cm



C1 Detalle armaduras y pozo

Esc 1:50



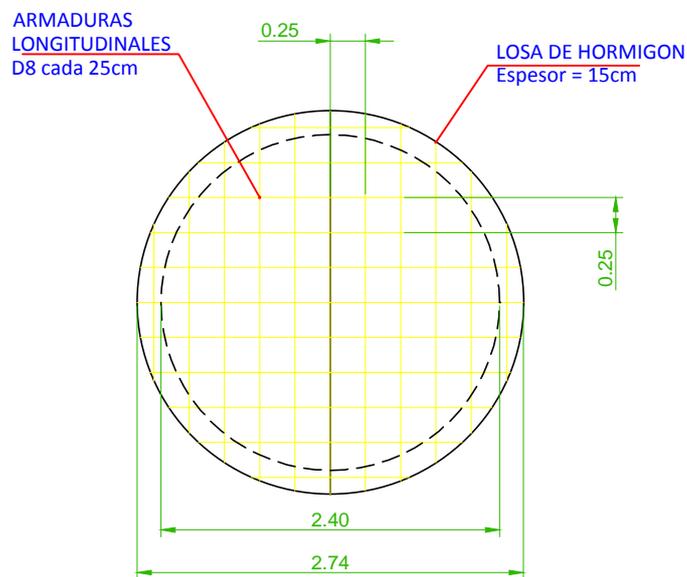
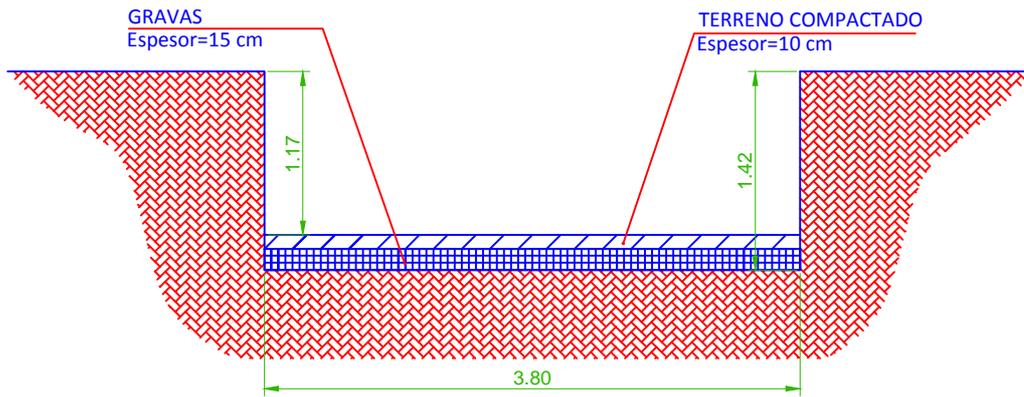


C2 Cisterna 8000 L

Esc 1:50



DIMENSIONES DEL POZO:
Profundidad : 1.42 m
Diámetro : 3.80 m

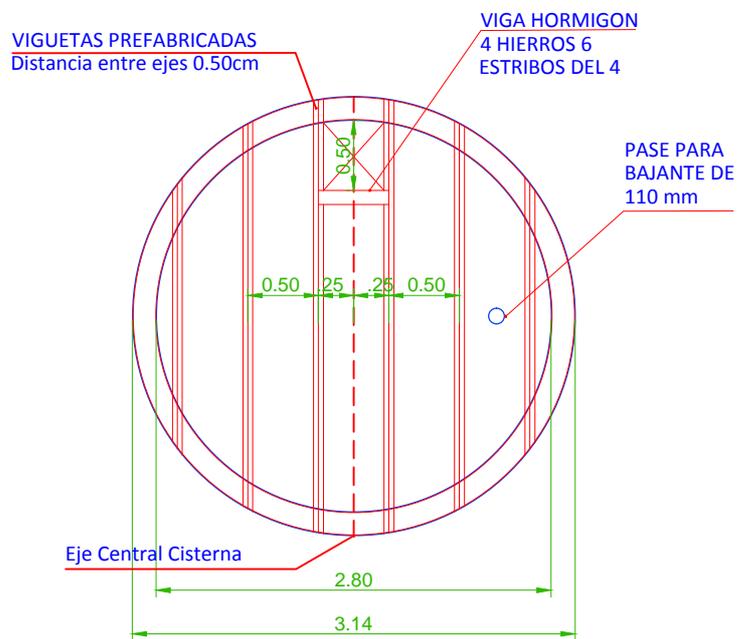
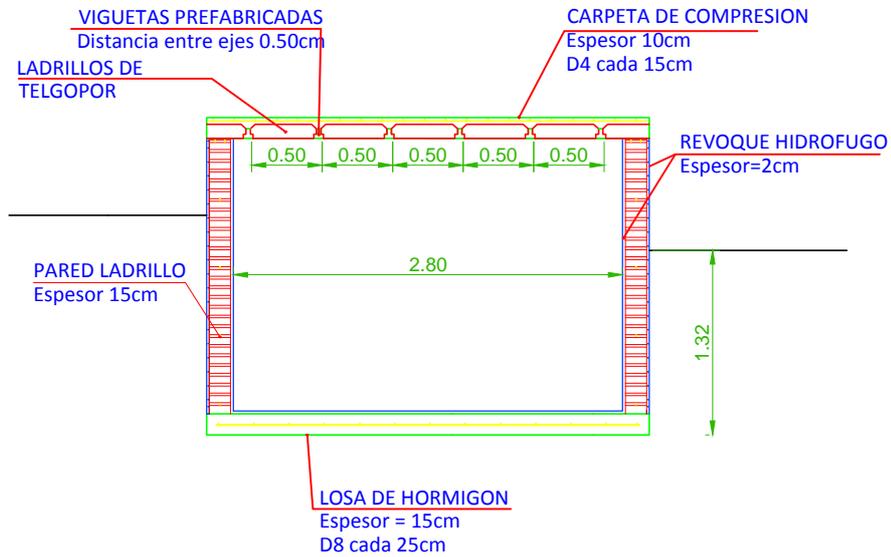


C2 Detalle armaduras y pozo

Esc 1:50

2.00



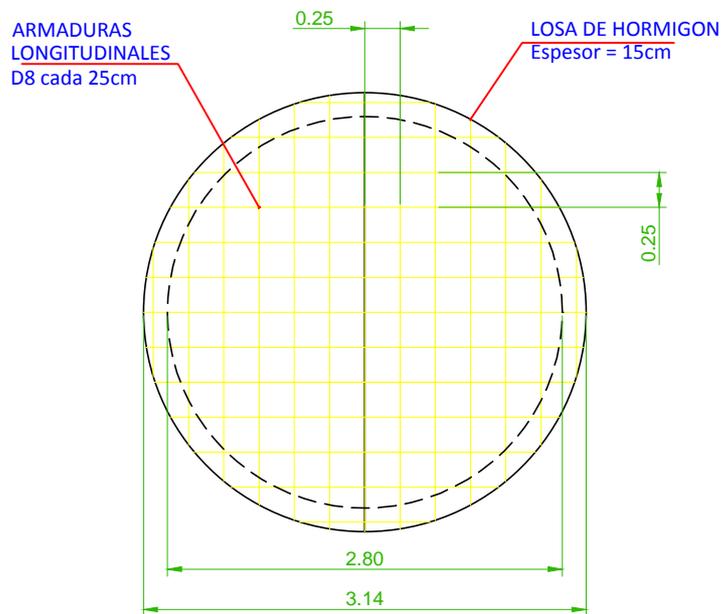
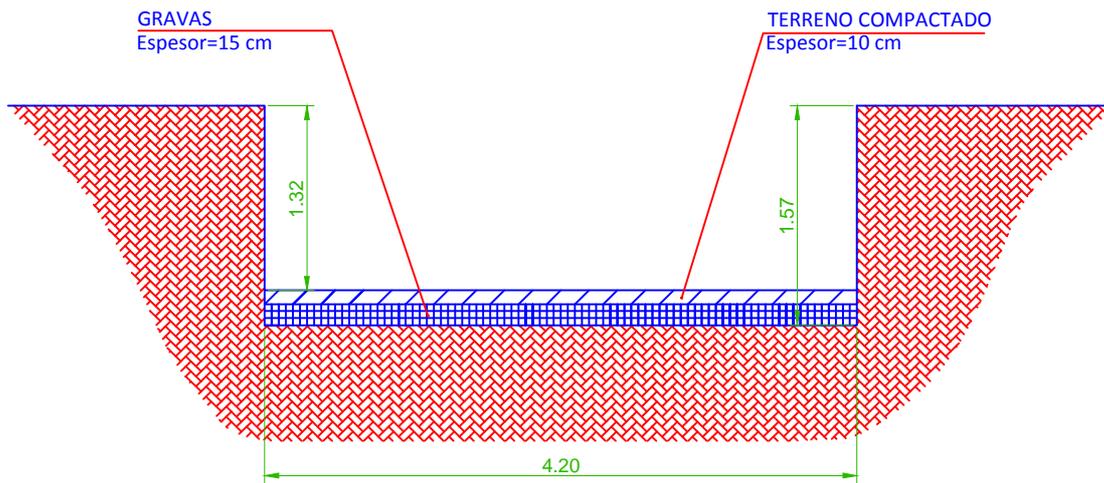


C3 Cisterna 12000 L

Esc 1:50



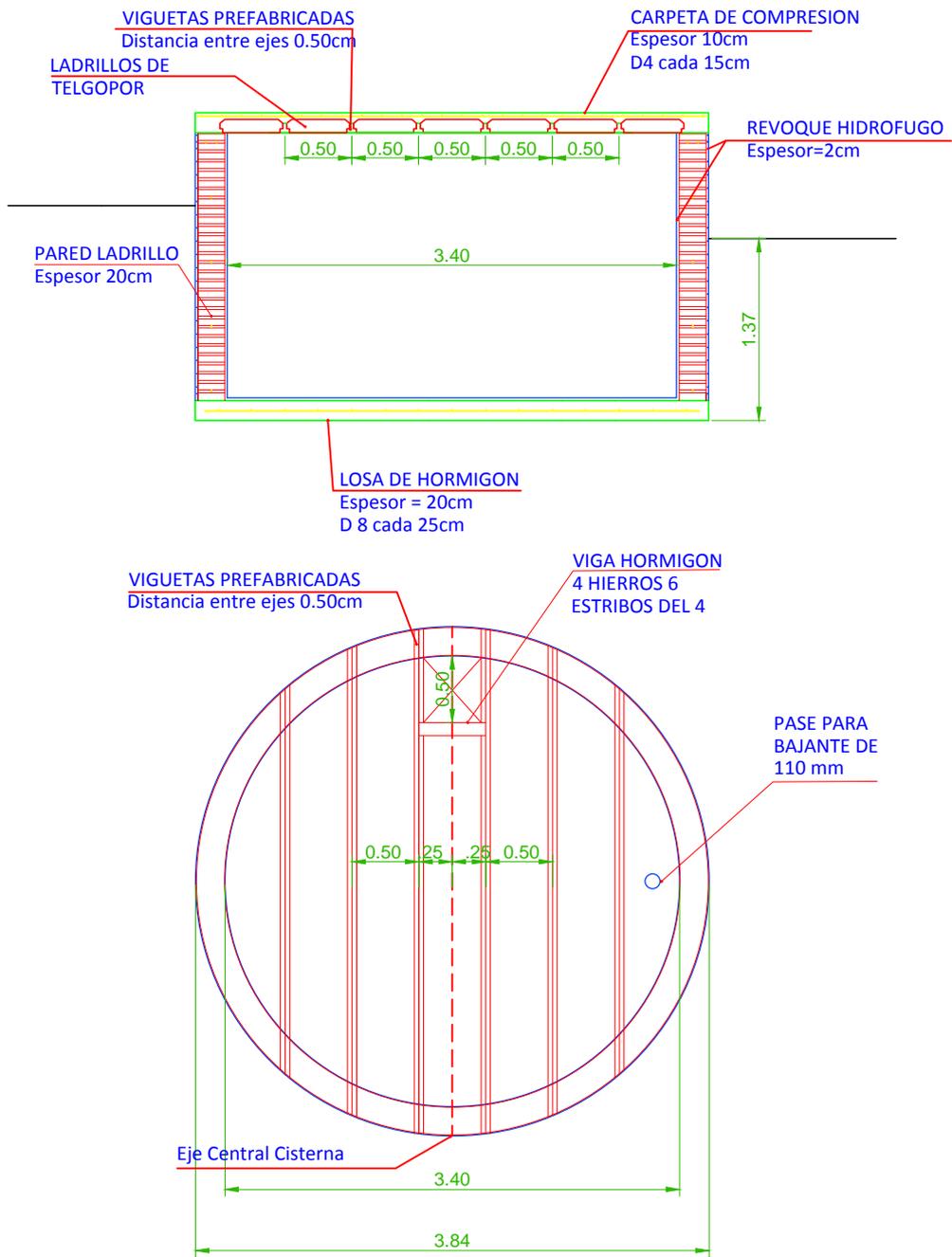
DIMENSIONES DEL POZO:
Profundidad : 1.57 m
Diámetro : 4.20 m



C3 Detalle armaduras y pozo

Esc 1:50



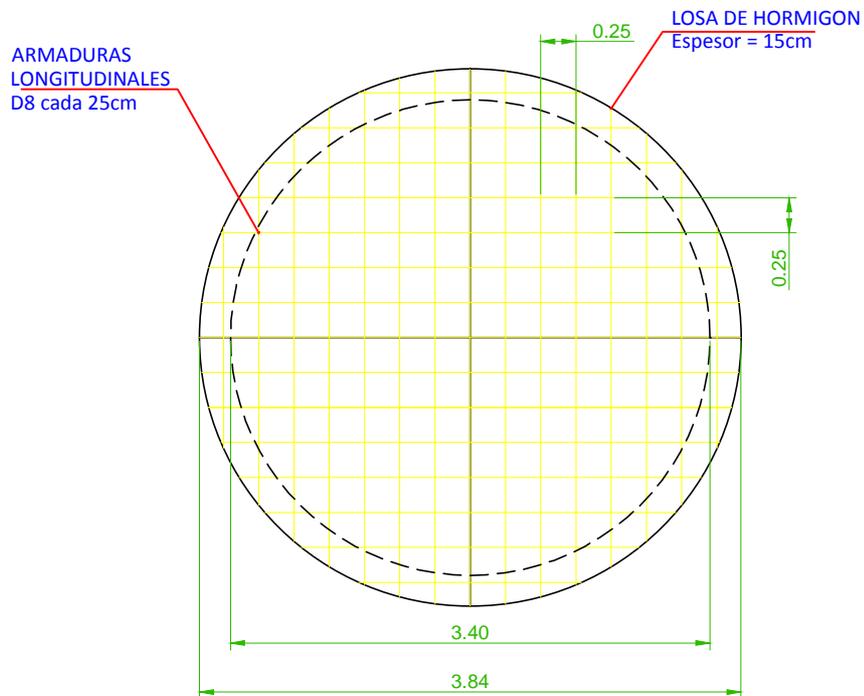
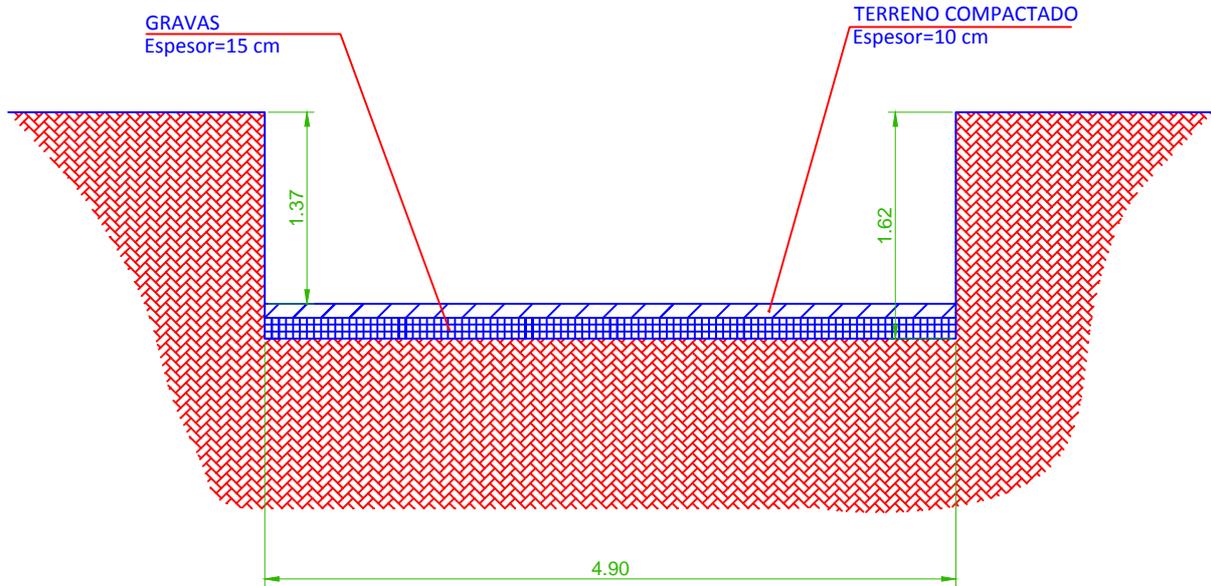


C4 Cisterna 18000 L

Esc 1:50



DIMENSIONES DEL POZO:
Profundidad : 1.62 m
Diámetro : 4.90 m

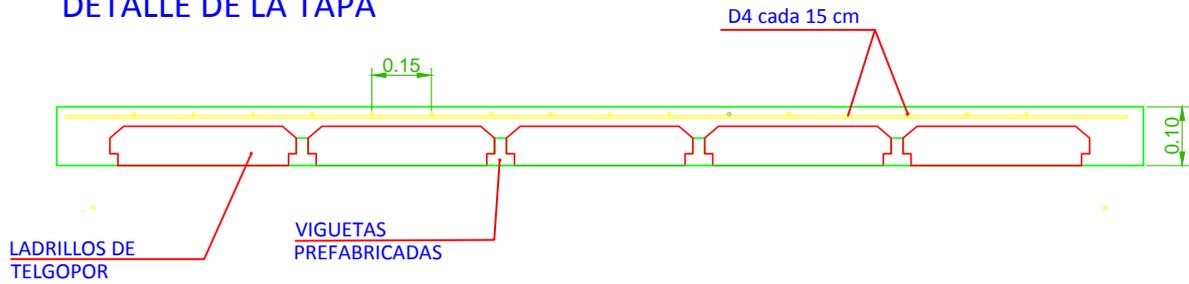


C4 Detalle armaduras y pozo

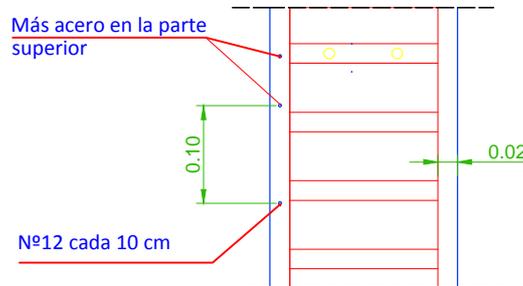
Esc 1:50



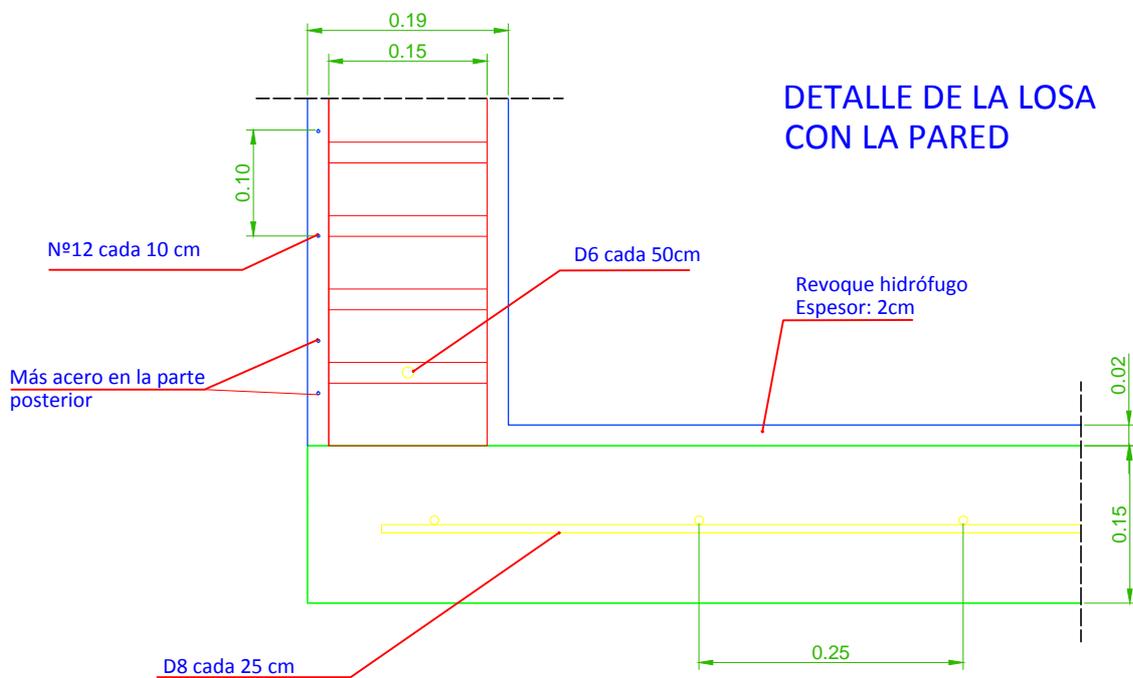
DETALLE DE LA TAPA



DETALLE DE LA PARTE SUPERIOR DE LA PARED



DETALLE DE LA LOSA CON LA PARED



Detalles constructivos: Tapa, Pared y Losa con pared



BIBLIOGRAFÍA

- [1] MANUAL TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE
<http://cinu.mx/minisitio/Cultura_de_Paz/10.1ManualMejoramientoViviendaTila.pdf>
[consulta: 16 julio 2017]
- [2] ESCUELA DE FEMINISMO
<<http://www.escueladefeminismo.org/spip.php?article190> > [consulta: 05 febrero 2018]
- [3] PROGRAMA DE EDUCACIÓN SEXUAL, CHILE
<<http://educacionsexual.uchile.cl/index.php/hablando-de-sexo/conceptos-de-genero-sexualidad-y-roles-de-genero>> [consulta: 05 febrero 2018]
- [4] FEMINISMO, GÉNERO Y PATRIARCADO, LECTURA DE APOYO
<<http://centreantigona.uab.es/docs/articulos/Feminismo,%20g%C3%A9nero%20y%20patriarcado.%20Alda%20Facio.pdf>> [consulta: 01 febrero 2018]
- [5] MUJERES EN RED <<http://www.mujeresenred.net/spip.php?article1600>> [consulta: 05 febrero 2018]
- [6] Lobo, C. Aplicación del Enfoque de Género en Proyectos TFG y TFM: Cuaderno de trabajo. Leioa: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, 2015.
- [7] MEMORIA OFICINA COOPERACIÓN AL DESARROLLO DE LA UPV/EHU
<<http://www.ehu.eus/documents/2957893/2961931/Memoria-Oficina-Cooperacion-2015-2016.pdf>> [consulta: 29 mayo 2017]
- [8] INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
<<http://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/Geografia/DatosArgentina>> [consulta 22 enero 2018]
- [9] Bartram, J., Howard, G. Domestic Water Quantity, Service Level and Health: WHO Document Production Services, 2003.
- [10] PROGRAMA DE VIVIENDAS SOCIALES SANTIAGO DEL ESTERO
<<http://viviendasocialsgo.gov.ar/>> [consulta: 23 enero 2018]
- [11] MAPOTECA <<http://mapoteca.educ.ar/.files/index.html.1.27.html>> [consulta: 29 enero 2018]
- [12] OFICINA DE RIESGO AGROPECUARIO <<http://www.ora.gov.ar>> [consulta: 29 mayo 2017]
- [13] ESTADÍSTICAS DE PRECIPITACIONES
<http://climayagua.inta.gov.ar/estad%C3%ADsticas_de_precipitaciones> [consulta: 29 mayo 2017]
- [14] SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
<<http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?>> [consulta: 10 octubre 2017]
- [15] INTA - ESTADÍSTICAS DE PRECIPITACIONES
<http://climayagua.inta.gov.ar/estad%C3%ADsticas_de_precipitaciones> [consulta: 25 mayo 2017]
- [16] CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES
<<https://es.slideshare.net/kevinmendozaespino/a-informe-aguassuperficialeshidrologia>> [consulta: 22 enero 2018]

- [17] ECORREGIÓN CHACO SECO - FUNDACIÓN VIDA SILVESTRE ARGENTINA
<<http://www.fvsa.org.ar/situacionambiental/chacoseco.pdf>> [consulta: 25 mayo 2017]
- [18] MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN PARA CUATRO ESPECIES DE MAMÍFEROS TÍPICAS DEL CHACO EN ARGENTINA
<http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832010000200008#fig1> [consulta: 24 mayo 2017]
- [19] OFICINA DE RIESGO AGROPECUARIO
<http://www.ora.gob.ar/eval_atlas_noa_santiago_suelos.php> [consulta: 25 mayo 2017]
- [20] CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS LOESS DE ARGENTINA
<http://www.fceia.unr.edu.ar/geologiygeotecnia/Loess%20Rocca_Redolfi_Terzariol.pdf> [consulta: 29 mayo 2017]
- [21] DATOS MACRO <<https://www.datosmacro.com/paises/argentina>> [consulta: 15 mayo 2017]
- [22] BANCO MUNDIAL <<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS>> [consulta: 15 mayo 2017]
- [23] INFOME SOBRE DESARROLLO HUMANO DE LA ONU 2016
<http://hdr.undp.org/sites/default/files/HDR2016_SP_Overview_Web.pdf> [consulta: 16 mayo 2017]
- [24] UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, HUMAN DEVELOPMENT REPORTS <<http://hdr.undp.org/es/content/el-%C3%ADndice-de-desarrollo-humano-idh>> [consulta: 29 mayo 2017]
- [25] CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS 2010 - INDEC
<https://www.indec.gov.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135> [consulta: 15 mayo 2017]
- [26] SANTIAGO DEL ESTERO - DIRECCIÓN NACIONAL DE RELACIONES ECONÓMICAS CON LAS PROVINCIAS (DINREP)
<http://www2.mecon.gov.ar/hacienda/dinrep/Informes/archivos/santiago_del_estero.pdf> [consulta: 15 mayo 2017]
- [27] INFORMACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE: ARGENTINA Y LA AGENDA 2030. INFORME NACIONAL SOBRE DESARROLLO HUMANO 2017
<http://hdr.undp.org/sites/default/files/pnudargent-pnu_2017_baja.pdf> [consulta: 30 mayo 2017].
- [28] Jar, C. y Paz, R. "El campesino en Santiago del Estero (Argentina): la pobreza de un sector que se resiste a desaparecer (1988-2002)", Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural, abril 2012, nº 12 [consulta: 31 mayo 2017].
- [29] LA OTRA CARA DE SANTIAGO DEL ESTERO
<<https://www.horaciocao.com.ar/wp-content/uploads/2015/07/la-otra-cara-de-santiago-del-estero.pdf>> [consulta: 25 enero 2018]
- [30] Paz, R. "Explotaciones sin límites definidos y desarrollo rural en Santiago del Estero: hacia un ordenamiento territorial" Realidad económica, Julio 2013, nº277 [consulta: 30 mayo 2017].
- [31] Tasso, P. "Todos somos el Santiago de Juárez", ACILBUPER Revista de Cs. Sociales de Santiago del Estero (2003)
<<http://acilbuper.webcindario.com/ptasso.htm>> [consulta: 25 enero 2018]

- [32] MUJERES QUE TRABAJAN LA TIERRA - PROINDER
<<http://mujeresdelsur.org/sitio/images/descargas/mujeres%20que%20trabajan%20a%20tierra.pdf>> [consulta: 01 febrero 2018]
- [33] AVANZANDO EN LA EQUIDAD DE GÉNERO EN LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA
<http://intercoonecta.aecid.es/Documentos%20de%20la%20comunidad/Gu%C3%ADa_Da_G%C3%A9nero%20y%20Agua.pdf> [consulta: 15 mayo 2017]
- [34] FONDO ROTATORIO DE AGUA Y FONDO ROTATORIO DE DEFENSA DE LA TIERRA (UPPSAN) <http://www.ungs.edu.ar/foro_economia/wp-content/uploads/2011/03/Experiencia-UPPSAN-__Uni%C3%B3n-de-Peque%C3%B1os-Productores-del-Salado-Norte_.pdf> [consulta: 08 enero 2018]
- [35] INGENIERÍA CIVIL <<http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/08/acuitardo-acuicludo-y-acuifugo.html>> [consulta: 31 enero 2018]
- [36] TRABAJO RURAL ESTACIONAL EN SANTIAGO DEL ESTERO - MINISTERIO DE TRABAJO Y EMPLEO <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_bai_pub_132.pdf> [consulta: 31 enero 2018]
- [37] Gisele Tort, J. "*El trabajo en el Ámbito Doméstico y Público: el caso de las mujeres de los movimientos campesinos de Santiago del Estero (MOCASE)*" Revista Latinoamericana de Geografía e Género, Ponta Grossa, v.6, n,1, p. 105-103, jan./jul. 2015 [consulta: 01 agosto 2017]
- [38] SALA DE SITUACIÓN SE SALUD - MINISTERIO DE SALUD DE SANTIAGO DEL ESTERO
<<http://www.msalsudsgo.gov.ar/web2/files//epidemiologia//2015/indicadores2014.pdf>> [consulta:24 enero 2018]
- [39] DATOS MACRO <<https://www.datosmacro.com/demografia/natalidad>> [consulta: 24 enero 2018]
- [40] MINISTERIO DE SALUD DE SANTIAGO DEL ESTERO
<<http://www.msalsudsgo.gov.ar/web2/?cargar=articulo&id=473>> [consulta: 24 enero 2018]
- [41] ISF ARGENTINA, PROYECTO AGUA EN COMUNIDAD "EL NEGRITO" <<http://isf-argentina.org/project/agua-en-comunidad-el-negrito/>> [consulta: 23 enero 2018]
- [42] ABASTECIMIENTO CON AGUA DE LLUVIA PARA AMBIENTES RURALES-INTA
<https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-abastecimiento_con_agua_de_lluvia_para_consumo_h.pdf>
- [43] ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA CISTERNA DE PLACAS DE CEMENTO DE 52000 L <http://oa.upm.es/44283/1/INVE_MEM_2014_238766.pdf>
- [44] Jiménez, M. Hormigón Armado. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2010
- [45] INTA - CONSTRUCCIÓN PASO A PASO DE CISTERNA DE PLACAS DE CEMENTO <<https://inta.gob.ar/documentos/paso-a-paso-construccion-de-tecnologias-apropiadas-cisterna-de-placas>>
- [46] ABASTECIMIENTO CON AGUA DE LLUVIA PARA CONSUMO HUMANO EN AMBIENTES RURALES <<https://inta.gob.ar/documentos/abastecimiento-con-agua-de-lluvia-para-consumo-humano-en-ambientes-rurales>> [consulta: 04 agosto 2017]
- [47] MANUAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LLUVIA PARA USO DOMÉSTICO Y CONSUMO HUMANO

- <<https://es.slideshare.net/SociedadJulioGaravito/diseo-de-sistemas-de-captacin-de-agua-de-lluvia-12213385>> [consulta: 02 agosto 2017]
- [48] DESAGUES PLUVIALES - MID
<https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-07-09_04-34-59106704.pdf> [consulta: 4 enero 2018]
- [49] REGLAMENTO OBRAS SANITARIAS DE LA NACION (OSN)
<<https://es.slideshare.net/sergioamstrong/reglamento-osn> > [consulta 17 enero 2018]
- [50] Vallejos, C. (2009) "Mujeres al margen. Aporte al estudio de las mujeres campesinas desde las teorías poscoloniales y los estudios de la subalternidad" Sociedad Hoy N°17, páginas 129-141.
- [51] CIRSOC 601-2013. REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE MADERA <<https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/601/CIRSOC601-completo.pdf>> [consulta: 13 febrero 2018]
- [52] CIRSOC 101-2005. REGLAMENTO ARGENTINO DE CARGAS PERMANENTES Y SOBRECARGAS MÍNIMAS DE DISEÑO PARA EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS <<https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/101/reglamento/Reglamento-cirsoc101-completo.pdf>> [consulta: 13 febrero 2018]
- [53] PRODUCTOS PLANOS NO NORMALIZADOS
<http://www.commsal.com/pdf/10_Productos_planos_no_normalizados.pdf> [consulta: 10 febrero 2018]
- [54] REGLAMENTO CIRSOC 104-2005 REGLAMENTO ARGENTINO DE ACCIÓN DE LA NIEVE Y EL HIELO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES
<https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/area100/ReglamentoCirsoc_104_97.pdf> [consulta: 13 febrero 2018]
- [55] CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN - DB SE
<<http://www.bizkaia.eus/dokumentuak/07/suhiltzaileak/Documentacion/Documento%20B%C3%A1sico%20SE%20de%20Seguridad%20Estructural.pdf?hash=e71e106defb6f85e7b3800e73ae8bf3f&idioma=EU#page=18&zoom=auto,-106,848>> [consulta: 10 febrero 2018]
- [56] PRONTUARIO BÁSICO DE ESTRUCTURAS SIMPLES
<<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/25612/1/Estructuras%20Met%C3%A1licas%20-%20Material%20apoyo.pdf>> [consulta: 10 febrero 2018]
- [57] SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE MADERA (SE-M)
<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Estructuras/e96-550/textos_comunes/CODIGO%20TECNICO%20MADERA.pdf> [consulta: 10 febrero 2018]
- [58] FICHA TÉCNICA QUEBRACHO COLORADO
<http://cadamda.org.ar/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=39&Itemid=36> [consulta: 10 febrero 2018]
- [59] VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE ESPECIES NATIVAS Y CULTIVADAS EN EL CHACO ARGENTINO
<http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/q2_02.pdf> [consulta: 10 febrero 2018]
- [60] INTI-QUEBRACHO COLORADO SANTIAGUEÑO
<https://www.inti.gob.ar/maderaymuebles/pdf/caracterizacion_maderas/queb_colo_santiag.pdf> [consulta: 10 febrero 2018]

