



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CARRERA ARQUITECTURA**

Propuesta urbano-arquitectónica de una fábrica de ladrillos como centro de gestión en la industria ladrillera del Cantón Chambo

**Trabajo de Titulación para optar al título de Arquitecta**

**Autor:**

Alvarez Bayas, Vanessa Gabriela

**Tutor:**

Arq. Ruiz Ortiz, Fredy Marcelo MgSc.

**Riobamba, Ecuador. 2025**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Vanessa Gabriela Alvarez Bayas, con cédula de ciudadanía 0650130404, autora del trabajo de investigación titulado: Propuesta urbano-arquitectónica de una fábrica de ladrillos como centro de gestión en la industria ladrillera del Cantón Chambo, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 16 de junio de 2025.



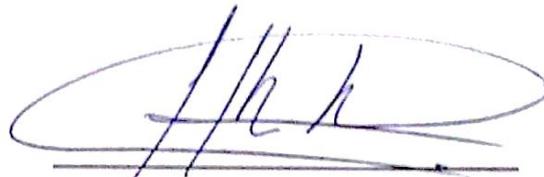
---

Vanessa Gabriela Alvarez Bayas  
C.I: 0650130404

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Arq. Fredy Marcelo Ruiz Ortiz, MSc, catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación **Propuesta urbano-arquitectónica de una fábrica de ladrillos como centro de gestión en la industria ladrillera del Cantón Chambo**, bajo la autoría de **Vanessa Gabriela Alvarez Bayas**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informo en honor a la verdad; en Riobamba, a los 17 días del mes de junio del año 2025.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a surname, enclosed within a large, horizontal oval shape.

Arq. Fredy Marcelo Ruiz Ortiz, MSc  
**TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Propuesta urbano-arquitectónica de una fábrica de ladrillos como centro de gestión en la industria ladrillera del Cantón Chambo**”, presentado por **Vanessa Gabriela Alvarez Bayas**, con cédula de identidad número **0650130404**, bajo la tutoría de **Arq. Fredy Marcelo Ruiz Ortiz, MgSc**; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 19 días del mes de junio de 2025.

Arq. Víctor Elías Molina Ruiz, MgSc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Firma

Arq. José Remigio Gavidia Mejía, MgSc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Firma

Arq. Farid Alexander Espinoza Touma, MgSc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Firma



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20  
VERSIÓN 02: 06-09-2021

# CERTIFICACIÓN

Que, **Vanessa Gabriela Alvarez Bayas** con CC: **0650130404**, estudiante de la Carrera de **ARQUITECTURA**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **“Propuesta urbano-arquitectónica de una fábrica de ladrillos como centro de gestión en la industria ladrillera del Cantón Chambo”**, cumple con el 2%, de acuerdo al reporte del sistema Anti-plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 17 de junio de 2025



Firmado electrónicamente por:  
**FREDDY MARCELO RUIZ  
ORTIZ**

Validar únicamente con Firma@C

---

Arq. Freddy Marcelo Ruiz Ortiz, MSc  
**TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## DEDICATORIA

A mi papá que partió antes de ver este sueño cumplido, pero habita en cada uno de mis logros, pues desde el día uno creyó en mí.

A mi mamá pilar incansable que con su paciencia, preocupación, fe, esfuerzo, guía y amor ha sostenido mi mundo.

A mis hermanos, mis compañeros de vida, de risas, de batallas, de incertidumbres, muchas alegrías e ironías.

Por su constante apoyo, siempre segura de contar con ustedes para lo que sea y lo que venga, les dedico este logro pues fueron parte y testigos de esta travesía.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por sostenerme en los días inciertos y darme la fuerza para continuar hasta el final.

A mi familia por ser el pilar fundamental de mi vida, enseñarme a soñar con los pies en la tierra, todo lo que soy se los debo a ellos.

A mi tutor Arq. Fredy Ruiz por su orientación, exigencia y confianza en mí y mi trabajo de investigación.

A mis amigos por cada risa, cada charla, cada ánimo, cada broma, cada ocurrencia, por estar en los momentos justos en que los requería.

A los productores del ladrillo por abrirme las puertas de su conocimiento y experiencia, permitiéndome apreciar el valor del trabajo artesanal.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Preliminar.....	17
1.2. Problemática.....	17
1.3. Justificación.....	18
1.4. Objetivos .....	19
1.4.1. Objetivo general .....	19
1.4.2. Objetivos específicos.....	19
1.5. MARCO METODOLÓGICO .....	20
1.5.1. Diseño de la investigación .....	20
1.5.2. Aplicación de entrevistas.....	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Arquitectura industrial .....	21
2.2. Industria ladrillera .....	22
2.2.1. Fabricación tecnificada.....	22
2.2.2. Fabricación Artesanal .....	23
2.2.3. Fabricación Semi-Automática .....	25
2.3. Gestión .....	25
2.4. Sostenibilidad y Sustentabilidad .....	26
2.5. Arquitectura del ladrillo .....	27
2.6. Impactos de la fabricación artesanal ladrillera al ecosistema .....	30
2.7. Marco Legal .....	31
CAPÍTULO III. ESTADO ACTUAL.....	33
3.1. Chambo y la actividad ladrillera: contexto histórico y situación actual .....	33
3.1.1. Evolución histórica de la industria ladrillera en Chambo .....	33

3.1.2. Situación actual de la producción ladrillera en Chambo .....	33
3.2. Ubicación de las fábricas ladrilleras .....	34
3.3. Ubicación de las fábricas ladrilleras según el tipo de suelo predominante.....	34
3.4. Obtención de materia prima .....	34
3.5. Materiales e instrumentos utilizados en la producción ladrillera.....	35
3.6. Prácticas y procesos de producción ladrillera .....	35
3.7. Comercialización y costos extra.....	36
3.8. Funcionamiento de fábrica de ladrillos sin horno .....	37
3.9. Funcionamiento de fábrica de ladrillos con horno .....	37
3.10. Residuos .....	37
3.11. Impactos .....	38
3.11.1. Cálculo de la muestra .....	38
3.11.2. Parámetros para el grado de impacto .....	38
3.11.3. Impactos Ambientales .....	39
3.11.4. Impactos Sociales .....	41
3.11.5. Impacto en la comunidad .....	41
3.11.6. Impactos Económicos.....	42
3.11.7. Matriz de Impacto .....	43
3.11.8. Impactos Localizados .....	44
3.12. Sostenibilidad de las Fábricas de Ladrillos.....	45
CAPÍTULO IV. CASOS DE ESTUDIO Y REPERTORIOS ARQUITECTÓNICOS.....	46
4.1. Estrategias de Investigación.....	46
4.2. Selección de Casos de Estudio.....	46
4.2.1 Análisis de factibilidad para la construcción de horno túnel en una empresa ladrillera	47
4.2.1.1 Elección del objeto de estudio.....	47
4.2.1.2 Compilación del material .....	47
4.2.1.3 Crítica de la información.....	47
4.2.1.4 Estructura del trabajo.....	48
4.2.2 Prefactibilidad de la fabricación industrial de ladrillos en la ciudad de Tegucigalpa	48
4.2.2.1 Elección del objeto de estudio.....	48
4.2.2.2 Compilación del material .....	49
4.2.2.3 Crítica de la información.....	49
4.2.2.4 Estructura del trabajo.....	49

4.2.3 Cerámica Utzubar.....	50
4.2.3.1 Elección del objeto de estudio.....	50
4.2.3.2 Compilación del material .....	50
4.2.3.3 Crítica de la información.....	50
4.2.3.4 Estructura del trabajo.....	50
4.2.4 Sistema de descontaminación Filtrovivo .....	51
4.2.3.1 Elección del objeto de estudio.....	51
4.2.3.2 Compilación del material .....	51
4.2.2.3 Crítica de la información.....	52
4.2.2.4 Estructura del Trabajo .....	52
4.2.5 Comparar y Contrastar .....	52
4.3 Selección de Repertorios Arquitectónicos .....	52
4.3.1 Edificio administrativo y Fábrica Star Engineers.....	53
4.3.1.1 Elección del objeto de estudio.....	53
4.3.1.2 Compilación del material .....	54
4.3.1.3 Crítica de la información.....	54
4.3.1.4 Estructura del Trabajo .....	54
4.3.2 Fábrica Fagus .....	55
4.3.1.1 Elección del objeto de estudio.....	55
4.3.1.2 Compilación del material .....	55
4.3.1.3 Crítica de la información.....	55
4.3.1.4 Estructura del Trabajo .....	56
4.3.3 Fábrica The Plus de Vestre .....	56
4.3.3.1 Elección del objeto de estudio.....	56
4.3.3.2 Recopilación de información .....	56
4.3.3.3 Crítica del documento .....	56
4.3.3.4 Estructura del trabajo .....	56
4.3.4 Fábrica Novopan .....	56
4.3.4.1 Elección del objeto de estudio.....	57
4.3.4.2 Recopilación del material.....	57
4.3.4.3 Crítica de la información.....	57
4.3.4.4 Estructura del trabajo .....	57
4.4 Comparar y Contrastar .....	57

4.5	Lineamientos .....	58
CAPÍTULO V. DIAGNÓSTICO URBANO .....		59
5.1.	Delimitación del Área de Estudio.....	59
5.2.	Estructura .....	59
5.2.1.	Trazas .....	59
5.2.2.	Parcelario.....	59
5.3.	Sistema .....	59
5.3.1.	Infraestructura y Servicios.....	59
5.3.2.	Movilidad .....	60
5.3.3.	Equipamientos .....	60
5.3.4.	Verde y Agua .....	60
5.3.5.	Zonas .....	60
5.3.6.	Uso de Suelo.....	60
5.3.7.	Topografía .....	60
5.3.8.	Pisos altitudinales .....	61
5.4.	Fenomenología.....	61
5.4.1.	Cohesión y Dispersión.....	61
5.4.2.	Eventos .....	61
5.4.3.	Percepción .....	61
5.5.	Riesgos .....	62
5.5.1.	Amenazas por Inundación .....	62
5.5.2.	Amenazas por Deslizamiento .....	62
5.6.	Conclusiones .....	62
5.6.1.	Trazado, Parcelario y Uso del Suelo .....	62
5.6.2.	Equipamiento y Movilidad.....	62
5.7.	Verde, Agua, Humo y Ruido .....	63
5.8.	Encuestas.....	63
5.8.1.	Metodología de la Encuesta .....	63
5.8.2.	Resultados de la Encuesta .....	63
5.9.	Conclusiones del Diagnóstico Urbano .....	63
5.10.	Estrategias .....	64
5.10.1.	Densidad Poblacional, Materia Prima y Verde.....	64
5.10.2.	Ejes Estructurantes .....	64

5.10.3. Franjas .....	64
CAPÍTULO VI. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA.....	66
6.1 Propuesta.....	66
6.2. Partido Arquitectónico .....	66
6.3. Programa y organigrama funcional.....	66
6.4. Emplazamiento.....	66
6.5. Implantación.....	67
6.6. Planta Baja General.....	67
6.7. Planta Alta General .....	67
6.8. Secciones.....	67
6.9. Fachadas.....	67
6.10. Detalles constructivos .....	67
6.11. Sistema Constructivo .....	67
6.12. Materialidad acabados de pisos.....	67
6.13. Instalaciones de Agua Potable.....	67
6.14. Instalaciones de Aguas Servidas .....	67
6.15. Instalaciones Eléctricas .....	67
6.15.1. Circuito Tomacorriente .....	67
6.15.2. Circuito de Iluminación.....	67
6.15.3. Circuito Especial y de Emergencia .....	67
6.16. Evacuación .....	67
6.17. Catálogo de Hornos eficientes en la industria ladrillera .....	68
6.18. Biodigestor .....	68
6.19 Cuadro Comparativo de la Situación Actual vs Propuesta.....	68
6.20 Visuales .....	68
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	69
7.1 Conclusiones .....	69
7.2 Recomendaciones.....	70
BIBLIOGRAFÍA .....	71
ANEXOS .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Emisiones de gases .....	40
<b>Tabla 2</b>	Contaminación del suelo .....	40
<b>Tabla 3</b>	Uso de recursos naturales.....	40
<b>Tabla 4</b>	Impactos sociales .....	41
<b>Tabla 5</b>	Impacto en la comunidad .....	41
<b>Tabla 6</b>	Capacitación.....	42
<b>Tabla 7</b>	Impactos económicos.....	42
<b>Tabla 8</b>	Desarrollo económico .....	43
<b>Tabla 9</b>	Matriz de impacto .....	43
<b>Tabla 10</b>	Casos de estudio seleccionados .....	46
<b>Tabla 11</b>	Repertorios seleccionados .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Proceso de fabricación tecnificada de ladrillos.....	23
<b>Figura 2</b>	Proceso de fabricación artesanal de ladrillos .....	24
<b>Figura 3</b>	Conjunto residencial 294 viviendas de Rogelio Salmona.....	28
<b>Figura 4</b>	Torres del Parque de Rogelio Salmona .....	28
<b>Figura 5</b>	Archivo General de la Nación de Rogelio Salmona .....	28
<b>Figura 6</b>	Detalle de aparejo y vierteaguas en obra de Salmona.....	29
<b>Figura 7</b>	Casa Experimental de Muuratsalo de Alvar Aalto .....	29
<b>Figura 8</b>	Centro Cívico Antiguas Cristalerías de Harquitectes.....	29
<b>Figura 9</b>	Casa Lemke de Mies van der Rohe.....	30
<b>Figura 10</b>	Indian Institute of Management, Ahmedabad de Louis Kahn .....	30

## RESUMEN

Esta investigación propone el diseño urbano-arquitectónico de una fábrica de ladrillos sostenible como un centro de gestión para la industria del ladrillo del Cantón Chambo, Ecuador. Comienza con un estudio integral que muestra la distribución espacial desorganizada de los hornos de ladrillo, los impactos ambientales negativos, las malas condiciones laborales y la falta de avance tecnológico en el empleo dentro del sector artesanal. Al estudiar obras arquitectónicas contemporáneas que incorporan ladrillos de manera prominente y estructural, se formula un conjunto de criterios de diseño que combina sostenibilidad ambiental, identidad cultural y eficiencia energética. El proyecto propone la gestión territorial y comunitaria, así como espacios de capacitación técnica para mejorar las condiciones de producción y control e impacto ambiental, consolidar un modelo asociativo de colaboración entre productores, reducir el impacto ambiental y mejorar la productividad. El diseño arquitectónico propuesto integra tecnologías limpias, como hornos de alta eficiencia, y aplica principios de la arquitectura industrial moderna para mejorar la funcionalidad y reducir el impacto ecológico. La intención es que la oferta sirva como un modelo que ayude en la regeneración del ecosistema urbano y en el desarrollo sostenible de actividades productivas tradicionales. Este trabajo comprueba que la arquitectura puede actuar sobre economías deficientes mediante inyecciones transformadoras, como la integración de equilibrio que brinda a la inestable socioeconomía, solidaridad sustantiva y sostenibilidad ecológica.

**Palabras clave:** Industria ladrillera, semi-automática, Desarrollo urbano, Impacto ambiental.

## ABSTRACT

This research proposes an urban architectural design for a sustainable brick factory serving as a management center for the brick industry in *Chambo* Canton, Ecuador. It begins with a comprehensive diagnosis that reveals the disorganized spatial distribution of brick kilns, negative environmental impacts, poor working conditions, and a lack of technological advancements in employment within the artisanal sector. By studying contemporary architectural works that prominently and structurally incorporate bricks, a set of design criteria is formulated that combines environmental sustainability, cultural identity, and energy efficiency. The project proposes territorial and community management, as well as technical training spaces, to enhance production conditions and environmental control, consolidate an associative model of collaboration between producers, reduce environmental impact, and improve productivity. The proposed architectural design incorporates clean technologies, such as high-efficiency ovens, and applies principles of modern industrial architecture to enhance functionality and minimize ecological impact. The intention is that the offer serves as a model to aid in the regeneration of the urban ecosystem and the sustainable development of traditional productive activities. This work demonstrates that architecture can positively impact precarious economies through transformative interventions, such as the integration of balance it brings to the unstable socio-economic system, substantive solidarity, and ecological sustainability.

**Keywords:** brick industry, semi-automatic, urban development, environmental impact.



Reviewed by:  
Jenny Alexandra Freire Rivera, M.Ed.  
**ENGLISH PROFESSOR**  
ID No.: 0604235036

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1.Preliminar

La arquitectura como fenómeno transformador de un hábitat social, económico y medioambiental se sitúa en un contexto más amplio. En este caso la investigación se centra en una problemática particular en el Cantón Chambo, provincia de Chimborazo, Ecuador. Particularmente donde la actividad ladrillera artesanal, que goza de un pasado histórico, padece de impactos diacrónicos de orden ambiental, productividad poco eficiente y las condiciones labores de sus actores son deficitarias (Tello, 2024).

Dentro de las actividades económicas que se desarrollan en Chambo, la producción artesanal de ladrillos ha sido considerada durante décadas una de sus más relevantes, incluso constituyéndose como parte del valor económico y cultural de la región. El desmedido aumento de esta actividad sumado a la falta de tecnificación y al no existir una gestión asociativa, impacta de forma muy negativa a la sostenibilidad ambiental y el bienestar social de la región. Estos factores han conseguido el deterioro de la naturaleza y el bienestar de la población. Destacan con fuerza la deforestación, degradación de suelos, emisiones de gases contaminantes en la cocción de ladrillos y la falta de higiene y seguridad laboral de los productores (Cáceres et al., 2021).

Estas razones han llevado a diseñar una fábrica de ladrillos, con el objetivo de diseñar procesos y sistemas automatizados que reduzcan el impacto ambiental, mejoren la estructura asociativa artesanal de los ladrilleros y mejoren la eficiencia organizativa y el branding.

El proyecto proviene de la arquitectura industrial contemporánea que se centra en elementos socioculturales y de contexto, eficiencia funcional, consumo de energía y diseño de edificios como los principales determinantes de una estructura. Esto impulsa el uso de quemadores VSBK, técnicas de zonificación que enfatizan la fusión suave de estructuras industriales con marcos urbanos en el cantón Chambo.

La construcción de esta investigación inicia por el análisis crítico del estado de la industria ladrillera en el Cantón, el estudio de casos de arquitectura industrial sostenible a nivel internacional, y la utilización de metodologías participativas para identificar las necesidades y expectativas de los agentes sociales. La propuesta arquitectónica que se elabora en este trabajo no solo se preocupa por optimizar la producción de ladrillos, sino por regenerar el tejido urbano y establecer un modelo de ordenamiento del territorio sostenible, donde la tradición artesanal se proyecte hacia un desarrollo responsable social y ambiental.

De esta forma, este es el objetivo de este trabajo: justificar que la propia arquitectura puede actuar como un agente de transformación social en cadenas productivas de carácter artesanal.

### 1.2.Problemática

La actividad ladrillera en el Cantón Chambo, viabilizando el crecimiento económico, ha enfrentado en las últimas décadas un crecimiento acelerado y desorganizado. Conflicto o pseudo: el crecimiento inarticulado de la producción artesanal de ladrillos, a secas, ha sido, hay que decirlo, en muchos casos – y esto es una paradoja - muy benéfico para el dinamismo socioeconómico de esta parte del país. Sin embargo, como en muchas otras actividades productivas, en su derrame implacable y severo prevalecen las desintegraciones estructurales e indiscriminadas: la expansión sin control ha creado serios problemas al entorno y a la calidad de vida de las personas.

La falta de orden urbano e industrial en la ubicación de las ladrilleras, junto con la escasez de normas de control estrictas, ha fomentado la proliferación de fábricas fuera de las zonas óptimas. Esto ha provocado el daño al paisaje, la degradación del suelo y las alteraciones al ecosistema. La deforestación forzada de bosques – sumemos a esto ramo luego – tanto para el suministro de leña que sirve para cocer ladrillos como para marcar la contaminación del aire que, con el tiempo, aumenta la contaminación moderada durante los procesos artesanales de fabricación (Carruthers, 2024).

Para empezar, los impactos ecológicos de la producción artesanal de ladrillos son de gran preocupación, pero no se puede ignorar el estado en que se desarrollan estas actividades, ya que resulta en un ciclo de seguridad, bienestar y salud carente. En estos momentos, como no existe posibilidad de colaboración, educación o hasta una mínima confianza, la actividad manual pesada, la ausencia de un proceso colectivo asociado, y la carencia de talentos profesionales debido a una vida pobre y a ingresos precarios limitan la competitividad y sostenibilidad de las trabajadoras.

El sector de la ladrillería artesanal está sumergido en antiquísimos sistemas que carecen de tecnologías limpias, no descontaminan y no aplican modernos métodos de gestión, lo que pone en peligro no solo la sostenibilidad, sino el avance hacia un entorno que sea eficiente y amigable. Por lo dicho en las citas anteriores, llenan vacíos que, es necesario, se debe actuar con ahínco en lograr estrategias del siglo moderno para la construcción, implementar pruebas de producción, y limitar el impacto ambiental mientras se avanza en los estándares que necesitamos alcanzar (Fernández, 2024).

Desde esta perspectiva, la solución a los problemas en el Cantón Chambo es construir una fábrica de ladrillos que funcione como un centro de gestión. Este tipo de fábricas incorporan el respeto al medioambiente y la producción, además fomentan la convivencia social, capacitación profesional, y el cuidado responsable del medioambiente. Con todo esto se logra proyectar la tradición ladrillera al futuro de forma creativa y resistente (González et al., 2024).

### **1.3. Justificación**

El negocio de la producción de ladrillos dentro del Cantón Chambo tiene un gran impacto a nivel económico, social y cultural, no obstante, la falta de planificación y tecnología para el desarrollo de estas actividades tradicionales ha afectado de manera importante el medio ambiente y la calidad de vida de los habitantes de la zona, también existen problemas como la explotación desmesurada de suelos, contaminación del aire y condiciones laborales inadecuadas que necesitan ser atendidos de forma urgente.

A través de la propuesta arquitectónica de una fábrica de ladrillos como centro de gestión, se plantea un cambio en la estrategia de producción, modernizándola y convirtiéndola en sostenible. La construcción de un centro de producción automatizada no sólo mejorará la eficiencia en la ejecución de obras gracias al empleo de tecnologías y procesos limpias y ecoeficientes, sino que también mejorará la unión entre los productores y su capacidad organizativa, administrativa y comercial. Desde su perspectiva arquitectónica, el propósito del proyecto es la integración de criterios de sostenibilidad ambiental, eficiencia energética y el diseño industrial como contemporáneo, en función a lo que Chambo exige. También busca

adoptar una infraestructura productiva que se articule de manera integrada a la trama urbana, minimizando el efecto paisajístico y maximizando el ordenamiento territorial de la zona.

El marco justificativo del presente trabajo se sustenta en la necesidad de equilibrio entre la conservación de la actividad productiva de tipo tradicional, mestiza y las demandas contemporáneas de sostenibilidad y calidad de vida. Así, el impacto de la fábrica de ladrillos y centro de gestión será no solo desde el punto de vista económico, sino que se transformará en regeneración ambiental, cohesión social y fortalecimiento del patrimonio productivo local. Por lo tanto, este proyecto lo que pretende es que se convierta en un referente de intervención arquitectónica y urbana sostenible que pueda replicarse en otras partes del país con similares problemas, dinámica que favorece el desarrollo integral de los territorios rurales y semiurbanos de Ecuador.

## **1.4.Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Desarrollar una propuesta urbano-arquitectónica de una fábrica de ladrillos sostenible, que funcione como un centro de gestión en la industria ladrillera del Cantón Chambo.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar el estado actual de la industria ladrillera en el Cantón Chambo, la ubicación de las fábricas artesanales, sus prácticas y procesos, además de sus impactos ambientales y sociales.
- Indagar en repertorios arquitectónicos y casos de estudio que involucren al ladrillo, fábricas de ladrillos, integrando procesos y tecnologías de producción, con el fin de plantear espacios adecuados en la propuesta arquitectónica.
- Diagnosticar el estado urbano del lugar para proponer estrategias de gestión y funcionamiento de estos centros operacionales, a través de la participación ciudadana.
- Desarrollar el diseño arquitectónico de una fábrica de ladrillos, considerando aspectos sostenibles.

## **1.5.MARCO METODOLÓGICO**

### **1.5.1. Diseño de la investigación**

El diseño de investigación adoptado en este proyecto es de tipo exploratorio, con un enfoque mixto que combina métodos cualitativos y cuantitativos.

Durante la primera fase, se realizó una revisión interna junto con un análisis en profundidad de la situación de la industria del ladrillo en el Cantón Chambo, sus alrededores urbanos, métodos de producción, así como impactos ambientales y sociales. Esta etapa ayudó a reconocer las principales oportunidades y desafíos para el desarrollo del proyecto.

Posteriormente, se desarrolló el proceso metodológico basado en el Plan de Trabajo RIBA, que está organizado en las siguientes etapas:

- **Estrategia de Proyecto:** Definición de objetivos y desarrollo de estrategias iniciales.
- **Preparación del Concepto:** Elaboración de los primeros lineamientos de diseño.
- **Diseño Esquemático:** Desarrollo detallado de los conceptos arquitectónicos iniciales.
- **Diseño Detallado:** Finalización de los pormenores constructivos del proyecto.

De esta manera, el enfoque metodológico integra análisis del contexto, consulta a actores locales, y revisión de buenas prácticas arquitectónicas aplicadas a fábricas de ladrillo sostenibles.

### **1.5.2. Aplicación de entrevistas**

Con el fin de investigar en detalle el estado de la industria ladrillera en el Cantón de Chambo, se realizaron entrevistas semiestructuradas con los actores clave: propietarios de fábricas de ladrillos, trabajadores artesanales y ciudadanos de la comunidad local.

Las entrevistas tenían el siguiente propósito:

- Recolectar datos de primera mano sobre los procesos de producción, problemas laborales, evaluación de impacto y áreas que requieren intervención.
- Identificar oportunidades de colaboración y asociatividad entre los productores.
- Explorar las expectativas y propuestas de los actores locales respecto a la implementación de una nueva fábrica de ladrillos con aspectos sostenibles.

Las entrevistas fueron diseñadas para obtener tanto información objetiva como percepciones subjetivas, permitiendo así construir un diagnóstico participativo que nutriera las decisiones de diseño urbano-arquitectónico.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1.Arquitectura industrial

La palabra "industria" ha significado históricamente actividad e ingenio. Con el paso del tiempo, y a partir de los cambios sociales y económicos del siglo XIX, este término fue absorbido por el campo de la técnica, adquiriendo su significado actual vinculado a la producción mecanizada y en masa, así como al desarrollo de grandes estructuras fabriles (Junta de Andalucía, 2023).

La industrialización modificó para siempre la concepción y ejecución del trabajo. El enfoque mecanicista basado en la obra de Newton, que analizaba fenómenos complejos mediante la causalidad y reduccionismo, se convirtió en un modelo canónico para el diseño y perfeccionamiento de los procesos productivos. El orden jerárquico en el que se organizaban la técnica, la ciencia, la industria y la aritmética, proliferó bajo principios de eficiencia automatizadora y predictibilidad, imponiendo un fuerte cambio en los estilos arquitectónicos de la época. En esta época, la arquitectura industrial se construyó bajo el guion de la economía, los idearios sociales y la organización de la producción (Maciá & Rolando, 2023).

La obra de Pérez-Gálvez et al. (2023) mencionan, como resultado de esta revolución, la introducción de nuevos conceptos como economía, intercambiabilidad, compatibilidad, facilidad de servicio, precisión temporal, control de calidad, previsión anticipada y su secuela en el pensamiento arquitectónico contemporáneo y el diseño industrial, que dieron origen a propuestas de formas, técnicas y procesos constructivos que más explícitamente respondían a las crecientes demandas de la producción industrializada.

La industrialización también impulsó cambios fundamentales en los métodos de diseño y construcción de estructuras. Nuevos materiales como el acero, el hierro y el hormigón armado comenzaron a ser utilizados masivamente, respondiendo a las demandas de la nueva sociedad industrial. Estos cambios dieron origen a estilos arquitectónicos posteriores, como el brutalismo y el funcionalismo, en los cuales se enfatizaba la simplicidad formal, la eficiencia funcional y la honestidad estructural (Mercado-Reyes et al., 2022).

Según Valero & Messineo (2022) "podemos definir la arquitectura industrial como aquella que tiene una finalidad explicativa, viva expresión del comercio, y cuyo fundamento radica en necesidades socioeconómicas surgidas de la revolución industrial". Esta definición abarca no solo los edificios dedicados exclusivamente a la producción industrial, sino también aquellas construcciones orientadas a satisfacer nuevas necesidades económicas derivadas del proceso de industrialización.

La arquitectura industrial integra la ciencia, la industria y el mercado considerando estos factores desde la prefabricación, estandarización y ensamble. Desde un enfoque industrial, la arquitectura opta por una producción en masa y no artesanal, para satisfacer las demandas de una sociedad en crecimiento. Algunos de los aspectos más destacados de la arquitectura industrial son el uso de formas geométricas elementales, la verosimilitud constructiva y la clara articulación de los elementos estructurales.

La "industria" ha originado grandes cambios en lo social, pasando de un sistema de artesanías dispersas a un sistema económico cada vez más complejo y dominante hoy en día. De esta forma, la arquitectura industrial es la integración de funcionalidad y estética al crear espacios de trabajo y administrativos diseñados para la producción y la eficiencia. Hoy, la arquitectura

industrial ha sido reinterpretada acorde a las demandas modernas. Aunque aún guarda los criterios de funcionalidad y racionalidad, se agregan nuevos inventos al uso de materiales y en la expresión formal. La construcción que previamente se escondía, ahora se muestra como parte del discurso estético del edificio y se integra dentro de la envoltura arquitectónica. Del mismo modo, se facilita el diseño de espacios diáfanos y abiertos mediante grandes ventanales que incrementan la luz natural en los espacios y mejoran la calidad espacial de las áreas de trabajo.

## **2.2. Industria ladrillera**

El ladrillo ha sido usado por diversas culturas a lo largo de la historia, ya que se considera un material esencial en la construcción. Su creación data de las primeras civilizaciones que existieron gracias a su resistencia, durabilidad, y adaptación a diferentes condiciones constructivas y climáticas.

El desarrollo del ferrocarril en la década de 1880 facilitó la obtención de muchos materiales nuevos para la construcción, e impulsó la venta y transporte del ladrillo, lo que permitió su uso a gran escala. Más tarde, en el contexto de la Gran Depresión de los Estados Unidos en la década de 1930, el adobe junto al ladrillo se consideró más accesibles y eficientes, lo que les permitió fortalecerse ante su uso en la arquitectura popular y urbana.

La industria de la construcción estima que el ladrillo, debido a su bajo costo y facilidad en su producción, sigue considerándose uno de los mejores materiales para la construcción, sumado a su excelente desempeño estructural y térmico.

Su proceso de fabricación no solo ha generado fuentes de empleo, sino que también ha mantenido vivas habilidades manuales tradicionales transmitidas de generación en generación. Estas técnicas de producción artesanal no solo contribuyen a la economía local, sino que fortalecen la identidad cultural de los pueblos, impulsando el arraigo comunitario y preservando prácticas constructivas ancestrales.

Como señala Inca (2024) "[...] la existencia de una producción de ladrillos elaborada por pequeños fabricantes, quienes eran dueños de sus propios hornos, los cuales explotaban directamente, muy seguramente con trabajo familiar", refleja cómo la industria ladrillera artesanal ha estado históricamente vinculada a modelos productivos familiares y comunitarios. De esta manera, la producción de ladrillos representa no solo una actividad económica relevante, sino también un importante componente de la herencia cultural material e inmaterial de las sociedades, que requiere ser revalorizada y fortalecida mediante propuestas arquitectónicas y de gestión sostenibles

### **2.2.1. Fabricación tecnificada**

La fabricación industrial constituye un amplio mercado que utiliza maquinaria especializada y personal capacitado para producir y distribuir diversos productos y servicios. Este tipo de procesos busca proporcionar productos terminados de alta calidad, que puedan ser transportados, entregados y utilizados en óptimas condiciones (Kennedy, 2024).

Con respecto a la producción ladrillera, en el caso específico, la fabricación tecnificada se concentra en lograr una mayor eficiencia, calidad y equilibrio durante la producción, así como en la resistencia y uniformidad del producto final. Por medio de procesos automatizados, el uso de maquinaria apropiada, y el control de sistemas, las fases de producción son optimizadas,

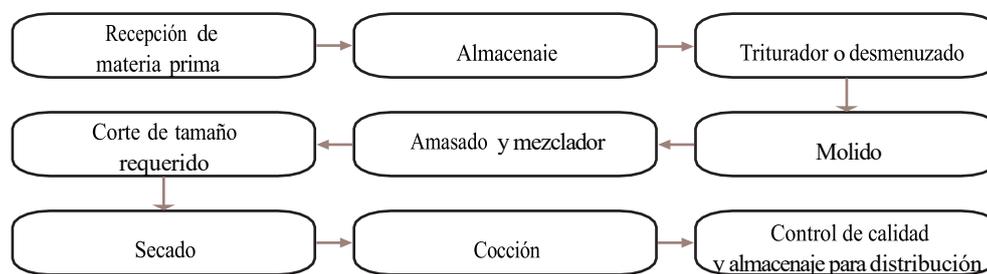
con un ahorro significativo en el consumo energético y el riesgo laboral derivado de la fabricación artesanal.

Una investigación en Honduras reflejó que la instalación de fábricas de masa de ladrillos tecnificados permite satisfacer la demanda a gran escala en períodos relativamente cortos. La novedosa planta tecnificada contrasta con las tradicionales debido al uso de computadores integrados en la línea de producción. Sin embargo, la implementación de este tipo de plantas requiere de infraestructura especializada y maquinaria industrial, implicando una inversión inicial considerable.

Las fases en las que es posible descomponer un proceso de fabricación tecnificada de ladrillos, a priori, constituyen un tipo que permite obtener un resultado racional. A continuación, se describe el flujo general de producción:

**Figura 1**

*Proceso de fabricación tecnificada de ladrillos.*



**Fuente:** elaboración propia.

### **Descripción de cada etapa:**

- Recepción de materia prima: Desde las canteras son recibidos los componentes necesarios para producir ladrillos.
- Almacenaje: Se mantienen grandes cantidades reservadas de materia prima para para su posterior uso.
- Triturador o demenuzado: Mediante una trituradora se desmenuza la materia prima.
- Molido: A través de un molino se aplasta la materia prima.
- Amasado y mezclador: Con la ayuda de un mezclador se revuelven los componentes.
- Corte de tamaño requerido: Mediante una cortadora los ladrillos son seccionados con la medida requerida.
- Secado: Utilizando un secadero se elimina el agua del material.
- Cocción: Se realiza en hornos a altas temperaturas.
- Control de calidad y almacenaje para distribución: Se revisa la calidad de los ladrillos y luego se depositan sobre pallets.

### **2.2.2. Fabricación Artesanal**

Considerada una alternativa sostenible a los procesos de producción industrial, la fabricación artesanal de ladrillos se destaca por cómo respeta la equidad social. Como señala Reyes et al. (2021) “la fabricación artesanal de ladrillos es una forma sostenible y equitativa de producir ladrillos. Utiliza materiales y mano de obra locales, y produce una contaminación significativamente menor que la fabricación industrial de ladrillos.”

Recientemente, ha habido un creciente interés en este tipo de producción por su bajo impacto tecnológico y la utilización de recursos regionales. Aun así, aunque la fabricación artesanal puede ser ecológica en algunos aspectos, presenta problemas importantes, especialmente en lo que respecta a la etapa de cocción. El uso de hornos artesanales alimentados con madera genera una contaminación del aire significativa. Para citar a Gómez Mendoza et al. (2022), “la industria del ladrillo artesanal es una fuente importante de deforestación, ya que depende de la madera y otros combustibles de biomasa para encender los hornos.”

En otras palabras, la producción artesanal de ladrillos, tal como Maroto et al. (2022) sugieren, no requiere una tecnología complicada ni capital significativo para su desarrollo. A pesar de esto, es evidente que el producto final no cumple con los estándares de calidad exigidos, dado que hay grandes diferencias en su forma, resistencia y tamaño al compararse con ladrillos industrializados, los cuales brindan la meridianamente asegurada estandarización de calidad. Por otro lado, en comparación con el industrial, el proceso manual presenta mayor tiempo de producción, lo que imposibilita la cobertura en términos de demanda.

En los últimos años, se ha generado un creciente interés en los métodos sostenibles de fabricación de ladrillos, como los ladrillos secados al sol, producen una contaminación significativamente menor y pueden ayudar a mejorar la calidad del aire en las zonas urbanas, a medida que estas áreas continúan creciendo, es probable que aumente la demanda de este producto y la industria artesanal del ladrillo debe tener el potencial para desempeñar un papel importante en satisfacer esta petición de una manera respetuosa con el medio ambiente.

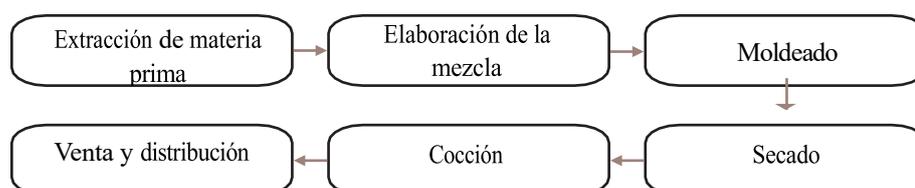
Los ladrillos artesanales suelen presentar irregularidades en forma y tamaño, lo cual les otorga una apariencia rústica y tradicional valorada estéticamente en ciertos contextos arquitectónicos (Lona Miranda et al., 2022). Este valor agregado, sin embargo, debe ponderarse frente a las limitaciones de producción en masa y los retos de viabilidad económica asociados a la producción artesanal a gran escala.

La mayoría de los artesanos carecen de formación profesional, y esto puede influir en su habilidad de competir con empresas más modernas que usan tecnología. En el Cantón Chambo, la fabricación de ladrillos se basa en técnicas tradicionales, utilizando una mezcla de arcilla, aserrín y agua en proporciones aproximadas de 1:1:0.2, a partir de los testimonios de cinco productores de la zona. Este tipo de mezcla es moldeada de manera manual, secada al sol, para finalmente ser cocida en hornos artesanales. Todo este proceso es manual y requiere bastante experiencia, lo que encarece el costo.

La proximidad de las canteras de arcilla en Chambo otorga una gran ventaja competitiva, en cuanto al costo del transporte de materia prima, ya que este minimiza los costos que se utilizan en el transporte y se asegura la existencia de la materia prima optimizándose el flujo de la producción.

## Figura 2

### *Proceso de fabricación artesanal de ladrillos*



**Fuente:** elaboración propia.

### **Descripción de cada etapa:**

- Extracción de materia prima: Se realiza mediante excavación en canteras.
- Elaboración de la mezcla: Se mezcla la arcilla, aserrín y agua.
- Moldeado: Se coloca manualmente la mezcla sobre moldes de madera.
- Secado: Se deja secar aproximadamente seis días.
- Cocción: Se colocan dentro de hornos artesanales durante 48 a 72 horas.
- Venta y distribución: Se apilan en camiones y son comercializados.

De este modo, la fabricación artesanal de ladrillos sigue representando una práctica tradicional de gran valor cultural y económico en Chambo, aunque enfrenta importantes desafíos en términos de sostenibilidad, calidad y escalabilidad productiva.

### **2.2.3. Fabricación Semi-Automática**

La fabricación semiautomática de ladrillos combina el esfuerzo físico humano con el uso de tecnologías mecanizadas, permitiendo un equilibrio entre la producción artesanal y la industrial. Según Coto-Cedeño et al. (2023), "es la producción en donde se conjuga el esfuerzo físico y tecnológico, generalmente se encuentran en este tipo de fábricas las pequeñas y medianas empresas, las mismas que permiten una producción mejorada con relación a las fábricas artesanales, aprovechando de mejor manera los recursos humanos, económicos y materiales".

A menudo la fabricación artesanal de ladrillos se lleva a cabo en pequeñas unidades productivas, generando empleo local, debido a que se generan puestos de trabajo para personas de todos los niveles de habilidad, en contraste, la industria ladrillera tecnificada puede lograr una mayor eficiencia y producción a gran escala, pero al ser más mecanizada y centralizada, limita las oportunidades de empleo local. Por esta razón para avanzar hacia un desarrollo urbano sostenible, es importante considerar una combinación entre los enfoques artesanal y tecnificado, que promueva el desarrollo económico, la conservación de recursos y la reducción de impactos ambientales negativos.

Para lograr un modelo urbano sostenible, es crucial combinar la artesanía tradicional con enfoques mecanizados más modernos. Esta integración impulsa la economía local y promueve el uso sostenible de los recursos naturales, ayudando a mitigar los impactos negativos en el medio ambiente. Además, las líneas de producción semiautomatizadas pueden mejorar la tradición de fabricación de ladrillos sin eliminar los procesos ancestrales, sino optimizarlos con el uso de tecnologías ecológicas. El desafío es mantener algunos de los procesos como artesanales al tiempo que se incorporan procesos modernizados que ahorran energía, son respetuosos con el medio ambiente y competitivos.

La industria de fabricación de ladrillos de la región, que se encuentra en el área del Cantón Chambo, puede volverse más resistente económicamente, socialmente y ambientalmente al integrar tecnología robótica sostenible equilibrada con técnicas tradicionales.

### **2.3. Gestión**

El fomento de la producción económica implica el diseño de obras y estrategias de cooperación y trabajo en conjunto que potencien el desarrollo productivo, de tal manera que los procesos generados sean sostenibles respecto al crecimiento económico. Estas acciones, como López Gonalves & Francisco Guelfi Campos señalan, en 2025, "tienen por objetivo proporcionar condiciones más competitivas a las economías, lo que se traducirá en aumentar la

productividad, mayor crecimiento económico, disminución en los costos de producción, incremento en el nivel de empleo, y en la erradicación de los frenos que obstaculizan el crecimiento económico y la productividad, apoyando la innovación y el avance tecnológico”. Impulsar la interacción entre los artesanos y los habitantes, permitirá la creación de entornos arquitectónicos cuyas características estén ajustadas a las necesidades y aspiraciones de la población del sector, esto implica la adopción de políticas y estrategias para abordar sus necesidades, de este modo es fomentada la resiliencia urbana. La colaboración entre los actores involucrados, incluidos los gobiernos, los urbanistas, los arquitectos, los productores de ladrillos y los expertos en sostenibilidad, es esencial para lograr ciudades que sean tanto verdes como inclusivas y productivas.

Dentro de este marco, la asociatividad en el sector ladrillero surge como una lógica de intervención. “Las organizaciones entre los productores de ladrillos a través de la asociatividad pueden intervenir realizando alianzas estratégicas” (Augusto et al, 2024). Se explican así que la creación de estas asociaciones brinda a los productores la posibilidad de acceder, de manera conjunta, a recursos importantes, así como mejorar su capacidad de negociación colectiva y expandir sus posibilidades comerciales.

La creación de asociaciones y otras formas de autogestión por parte de los productores, si bien no solucionará los problemas estructurales del sector de la construcción de manera definitiva, permiten suavizar la resistencia y escasa competitividad en el desenvolvimiento de una economía local más autónoma y sustentable.

## **2.4.Sostenibilidad y Sustentabilidad**

La sostenibilidad es un concepto holístico que integra todos los problemas ambientales, sociales y económicos del mundo hoy en día. “La sostenibilidad no es un destino, sino un viaje”, como menciona Pascual (2024), refiriéndose a la idea de que siempre hay trabajo por hacer hacia un futuro más justo y resiliente.

Tiene múltiples dimensiones interdependientes: ambiental, social y económica. El medio ambiente, como un sistema, incluye aire, agua, alimentos y refugio, todos recursos esenciales para la vida. Nuestros actos tienen que ver con el estado del medio, el cual a su vez determina el bienestar del hombre. “La sostenibilidad implica la capacidad de satisfacer los requerimientos actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades”, apuntan Marcos Sánchez et al. (2022), destacando la responsabilidad y el equilibrio que debe haber entre el crecimiento presente y la carga intergeneracional que se deja. Tratar de alcanzar un equilibrado crecimiento sostenido en el económico, social y ambiental, es uno de los principales propósitos de la sostenibilidad entendiendo la realidad de que hace falta erradicar la injusticia y la desigualdad. Al encontrar estas dimensiones, dedicarles recursos y tiempo es un reflejo de apuesta a la sostenibilidad, es considerar la calidad de vida del futuro. Recordando su mención anterior, aunque está cerca de la sostenibilidad, la sostenibilidad tiene matices específicos en su definición. "La sostenibilidad se refiere a considerar metas generales que deben lograrse en un marco de tiempo considerable, es decir, se habla de hacer el mundo más sostenible... por otro lado, el desarrollo sostenible avanza hacia los procesos y estrategias destinados a realizar ese objetivo". Tiene sentido que, al proyectarse hacia el futuro con una visión, la sostenibilidad sea eso, y la acción que sostiene o lo que permite la visión deseada es la sostenibilidad.

Dependiendo del enfoque adoptado, ya sea priorizando el desarrollo humano (sostenibilidad) o la conservación de los recursos naturales (sustentabilidad), es posible diferenciar los matices de ambos conceptos. Sin embargo, como sostienen Coto-Cedeño et al. (2023), "si ambas visiones se logran conjuntar y poner de acuerdo, tratando de encontrar un balance entre cuánto se pueden cuidar los recursos naturales sin descuidar el desarrollo humano, o hasta qué punto es posible tener un desarrollo sin afectar los recursos naturales, entonces tendremos un modelo que produzca éxitos palpables sin importar si le llamamos desarrollo sostenible o sustentable". Así, la sustentabilidad se refiere a la capacidad de mantener procesos y sistemas en el tiempo, enfocándose en la durabilidad y resiliencia a largo plazo, mientras que la sostenibilidad plantea el equilibrio dinámico entre los aspectos ambientales, sociales y económicos. Independientemente de los matices en la terminología, lo que verdaderamente importa es el logro de resultados reales tendentes a la progresiva mejora en la calidad de vida, conservación de recursos, disminución de huella ecológica e incremento del desarrollo urbano sostenible. En el caso de la industria artesanal de producción de ladrillos, la continuidad de la utilización de métodos tradicionales supone un obstáculo para la incorporación de técnicas más amigables con el medio ambiente, además existe carencia de acceso a tecnologías contemporáneas y a procesos más eficientes, lo que impide el avance hacia la implementación de modelos de producción sostenibles, por esta razón se torna primordial tratar de encontrar el equilibrio entre la conservación de prácticas artesanales y la adopción de técnicas más productivas y ecológicas.

Las etapas de fabricación de los ladrillos deben cambiar hacia la incorporación de prácticas sustentables, lo mismo que orientación proyectual y gerencial de los proyectos, que deben ser sustentables, de esta manera solo se podrá buscar un futuro equitativo y responsable para preparar a las generaciones venideras.

## **2.5.Arquitectura del ladrillo**

El ladrillo es un material constructivo que se ha utilizado desde la antigüedad debido a su utilidad y propiedades. Se ha hecho popular gracias a su bajo costo, la facilidad de obtención de materias primas, buena compresión y resistencia al fuego, capacidad de aislamiento térmico, ser un material ecológico y requerir un bajo mantenimiento. Sin embargo, sus desventajas incluyen el daño ambiental debido a su producción manual, como la deforestación y la erosión, su corta durabilidad a la tensión y empuje lateral, y su escaso uso en sitios con elevado nivel de aguas subterráneas.

A lo largo del tiempo el empleo del ladrillo ha ido evolucionando en cuanto a técnicas constructivas, es así que algunas de las maneras en que se lo ha empleado en la historia son principalmente en el sistema constructivo a manera de muros de carga y mamposterías que consiste en crear muros mediante la unión de ladrillos y mortero, también está presente en la construcción bóvedas y cúpulas, pero en los últimos años ha adquirido una noción más allá de sólo la estructura, pues ha pasado a formar parte importante un proyecto.

En este sentido, arquitectos como Rogelio Salmona llevaron el uso del ladrillo a nuevas dimensiones; según Duarte et al. (2024), "en manos de un arquitecto como Salmona, los materiales de construcción dejan de ser tales para convertirse en motivos de goce intelectual y físico o en instrumentos para crear estupendos enfrentamientos espaciales con la luz solar".

Salmona articuló el ladrillo en composiciones maestras, un caso es su conjunto residencial de 294 viviendas, utiliza un aparejo de ladrillo que genera un efecto de engranaje visible en las fachadas.

### **Figura 3**

*Conjunto residencial 294 viviendas de Rogelio Salmona*



**Fuente:** Tomado de Rogelio Salmona y la arquitectura con ladrillo en Colombia (p.75), por J. Adell, 2005

Este trabajo de articulación se aprecia aún más en su emblemático proyecto Torres del Parque, donde el enhebrado de ladrillos confiere identidad y movimiento a la obra.

### **Figura 4**

*Torres del Parque de Rogelio Salmona*

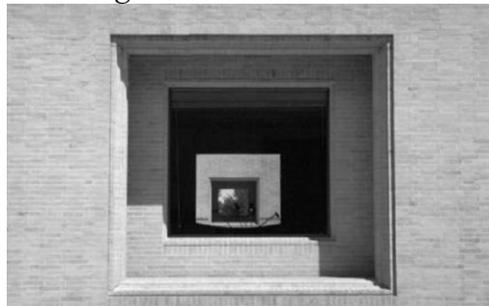


**Fuente:** Tomado de Rogelio Salmona y la arquitectura con ladrillo en Colombia (p.75), por J. Adell, 2005

En el Archivo General, destaca el uso del ladrillo a través de exuberantes huecos cuadrados controlados con celosías, aplicando piezas especiales para formar recercados escalonados en las fachadas.

### **Figura 5**

*Archivo General de la Nación de Rogelio Salmona*



**Fuente:** Figura 6. Tomado de Informes de la Construcción (p.77), por J. Adell, 2005

Además, Salmona utilizaba el ladrillo en fábricas con aparejo de un pie, incluyendo variantes de dinteles invertidos que sirven como vierteaguas y remates arquitectónicos.

### **Figura 6**

*Detalle de aparejo y vierteaguas en obra de Salmona*



**Fuente:** Tomado de Informes de la Construcción (p.79), por J. Adell, 2005

Alvar Aalto también profundizó en el uso expresivo del ladrillo. Según Lona Miranda et al. (2022b), "la arquitectura moderna no es utilizar materiales nuevos e inmaduros sino perfeccionar los materiales dándoles un sentido humano". En su Casa Experimental de Muuratsalo, Aalto utilizó alrededor de cincuenta tipos de ladrillos ensamblados como un mosaico experimental.

### **Figura 7**

*Casa Experimental de Muuratsalo de Alvar Aalto*



**Fuente:** Tomado de CU4 Arquitectura

El estudio Harquitectes, en su proyecto Centro Cívico Antiguas Cristalerías, transforma una antigua fábrica de vidrio en un espacio público vibrante, donde el ladrillo conserva su protagonismo original. Las fachadas exhiben una trama reticular mediante la alternancia del aparejo, resaltando su textura sin disimular la materialidad.

### **Figura 8**

*Centro Cívico Antiguas Cristalerías de Harquitectes*



**Fuente:** Tomado de Tectónica, por A. Goula, 2019

## Figura 9

*Casa Lemke de Mies van der Rohe*



**Fuente:** Tomado de tecne, por R. Müller, 2013

## Figura 10

*Indian Institute of Management, Ahmedabad de Louis Kahn*



**Fuente:** Tomado de Arquitectura y Diseño, por J. Verrecht, 2021

A través de la historia, el ladrillo ha evolucionado desde ser un elemento puramente estructural, a constituir una obra maestra de la arquitectura misma. Salmona, Aalto, Harquitectes, Mies Van der Rohe y Louis Kahn son solo algunos de los arquitectos que han explotado su potencial ayudando a crear composiciones novedosas de texturas, patrones, modulaciones y ritmos. Estas construcciones han mostrado que a través del manejo de la luz y la sombra, la integración con el entorno y la honestidad material, el ladrillo, en su crudeza, posee una extraordinaria capacidad de belleza y significado arquitectónico.

### **2.6. Impactos de la fabricación artesanal ladrillera al ecosistema**

El artesanado en la fabricación de ladrillos tiene un alto costo en el medio ecológico por emplear procedimientos artesanales, los cuales no cuentan con mecanismos de optimización de recursos y ahorro energético, es así que uno de los principales impactos ambientales es la deforestación, que resulta de la alta demanda de leña, especialmente de eucalipto, utilizado como combustible en la cocción de ladrillos, también al quemar biomasa, se emiten dióxido de carbono, materiales de particulado, y otros elementos perjudiciales que directamente afectan la calidad del aire, poniendo en riesgo la vida de las personas que habitan cerca de los complejos industriales.

Otro impacto "sensible" es la contaminación del suelo y de los cuerpos hídricos, resultante de la producción de residuos en la elaboración de ladrillos, puesto que esta situación se agrava debido al uso ineficiente de los recursos naturales y al manejo inadecuado de los desechos; asimismo, el paisaje natural sufre un deterioro considerable, ya que muchas canteras no reciben tratamiento posterior a la extracción, provocando procesos de erosión, pérdida de hábitats y alteraciones visuales, además a estos impactos se suman las deficientes condiciones laborales de los trabajadores artesanales, quienes en muchos casos carecen de medidas de seguridad adecuadas y realizan su labor en entornos poco saludables.

Frente a esta problemática, se plantean diversas alternativas de mitigación. Una opción es la implementación de fábricas de ladrillos industrializadas, que minimizan el uso de agentes

contaminantes. Por ejemplo, un estudio en Tegucigalpa demostró que la instalación de una fábrica industrializada aumentaba la tasa interna de retorno al 23 %, en comparación con el 11,20 % en procesos artesanales.

Otra alternativa viable es la incorporación de tecnologías modernas como los hornos verticales de tiro ascendente (VSBK), predominantemente utilizados en el distrito de Vhembe, África, pues esta tecnología moderna, probada en diversas regiones, ha demostrado una reducción del 61 % en el consumo de combustible en comparación con los hornos artesanales tradicionales, además de contribuir significativamente a la disminución de emisiones contaminantes, en este sentido el modelo VSBK, al ser una propiedad comunitaria, favorece tanto la producción más limpia como el fortalecimiento de las economías locales.

En Pedurungan Kidul, en Java Central, se ha promovido el uso de materiales disponibles localmente, como la arcilla o residuos agrícolas, incluyendo la cascarilla de arroz, para mejorar la calidad de los ladrillos, de esta manera las prácticas no solo reducen los costos de producción, sino que también tienen un impacto positivo en el nivel socioeconómico de los fabricantes.

Un caso exitoso de modernización sostenible es el de Cerámica Utzubar, fundada en 1961 en Etxarri-Aranatz, Navarra, ya que esta empresa ha podido mejorar sus procesos de fabricación a través de una modernización tecnológica continua y la obtención de certificaciones de calidad como la marca N de AENOR y la Conformité Européenne (CE), además, Cerámica Utzubar cuenta con certificación de Huella de Carbono y Huella Hídrica, lo que demuestra su compromiso con la reducción responsable de emisiones de gases de efecto invernadero y la gestión de recursos hídricos, también está el hecho de que la empresa tiene una planta de cogeneración que les permite autoabastecerse energéticamente, minimizando así su dependencia de comercializadoras externas.

Prácticas comerciales como estas respaldan la viabilidad de prácticas productivas sostenibles para la industria de los ladrillos, incorporando criterios económicos y socioculturales.

Para el proyecto propuesto, se sugiere construir y fomentar oficios que se han practicado durante años mientras se integran progresivamente tecnologías limpias y ecosensibilidad en el proyecto. Este enfoque tiene como objetivo crear un modelo de desarrollo urbano que sostenga la sostenibilidad ecológica de la comunidad, mientras se reduce la huella de carbono y se mejora el nivel de vida.

## **2.7.Marco Legal**

En lo que respecta a los límites relacionados con la fabricación de ladrillos y sus impactos, se establece un conjunto de políticas y directrices que tienden a garantizar el control de la calidad del producto y a frenar los riesgos sociales y ambientales conectados con los procesos de producción de ladrillos.

Para comenzar con la Regulación de la Política Ambiental, existe la ISO 14644 que incluye los límites de emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases de escape de los procesos productivos. Esto es importante ya que intenta controlar la contaminación del medio ambiente, teniendo un profundo efecto en la industria de los ladrillos.

En relación con las Normas Técnicas, destacan las siguientes regulaciones primarias:

- **Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 081 “Ladrillos y Piezas Refractarias”:** Funciona como una guía para la pedagogía y articulaciones de partes anteriores en la directriz como un documento Restrictivo Latinoamericano Fagocito v. Directrices de

Precusores para Bibliotecarios Mundiales g. escritura literaria subversiva legal asegura que los intensos impactos sociales y ambientales son efectivamente controlados durante los procesos de uso e incluso la generación de ladrillos.

- **Norma INEN NTE 3049:** Especifica los requisitos técnicos que deben cumplir los ladrillos utilizados en mampostería exterior e interior.
- **Norma Técnica Ecuatoriana INEN 296:** Determina los niveles permitidos de absorción de agua en los ladrillos.
- **Norma UNE EN 772-3-99:** Define la metodología para determinar la densidad de los ladrillos.
- **Norma UNE 993-1:** Establece los procedimientos para medir la porosidad abierta en piezas cerámicas.
- **Normas UNE 772-1:2011+A1, UNE 67042-88 e INEN 295 (1977-05):** Regulan las propiedades de compresión y flexión de los ladrillos, determinando su resistencia mecánica.

Asimismo, existen normas nacionales específicas:

- **Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0294 y NTE INEN 297:** Establecen los valores mínimos de resistencia máxima soportada por los ladrillos. Además, la **NTE INEN 297** especifica los requisitos que los ladrillos deben cumplir para garantizar su resistencia mínima a compresión y flexión.

A nivel local, los Capítulos I y II de la Ordenanza Municipal del Cantón Chambo regulan las actividades extractivas para la obtención de materia prima (tierra negra y/o arcilla) y norman la construcción o reconstrucción de hornos de ladrillo y teja dentro del territorio cantonal. Esta normativa tiene como finalidad preservar el medio ambiente y ordenar de manera sostenible las actividades productivas asociadas a la fabricación de ladrillos. En conjunto, este marco normativo establece las bases para garantizar una producción ladrillera responsable, sostenible y conforme a estándares técnicos y ambientales.

## CAPÍTULO III. ESTADO ACTUAL

### **3.1. Chambo y la actividad ladrillera: contexto histórico y situación actual**

#### **3.1.1. Evolución histórica de la industria ladrillera en Chambo**

El Cantón Chambo, durante el período republicano, experimentó un crecimiento progresivo hasta lograr cierta estabilidad económica, gracias principalmente a su mejora en la calidad productiva, es así que esta evolución estuvo asociada al aprovechamiento de sus yacimientos de arcilla de alta calidad, consolidándolo como un cantón reconocido por su actividad agrícola. En el pasado, la mayoría de las viviendas en Chambo eran construidas con adobe, sin embargo, con la llegada de la industrialización, los procesos constructivos de viviendas y edificaciones experimentaron un notable aceleramiento, generando una creciente demanda de materiales de construcción económicos, de este modo fue favorecido el establecimiento de centros artesanales de fabricación de ladrillos, principalmente en las zonas periféricas de las ciudades. Durante la última década, se ha evidenciado una proliferación de ladrilleras en el Cantón Chambo, tanto en el centro poblado como en sus zonas circundantes, por esta razón esta actividad de industria primaria se ha convertido en una fuente significativa de ingresos económicos, llegando a generar réditos equivalentes o incluso superiores a los obtenidos de la agricultura; además, la producción de ladrillos se ha arraigado profundamente en la cultura local, transmitiéndose de generación en generación dentro de las familias chambeñas.

El proceso productivo del ladrillo se ha mantenido relativamente constante a lo largo del tiempo, pues tradicionalmente, antes de la implementación de la prensa extrusora, se utilizaban animales de trabajo, como bovinos o equinos, para amasar la materia prima, incluso en casos de ausencia de animales, los propios trabajadores realizaban el pisoteo manual de la arcilla hasta obtener una consistencia homogénea, lo cual era un proceso que resultaba extremadamente laborioso y extenuante.

#### **3.1.2. Situación actual de la producción ladrillera en Chambo**

Actualmente, la actividad ladrillera en Chambo continúa siendo un pilar económico y cultural del cantón, no obstante, debido al impacto ambiental negativo asociado a la explotación de materias primas y a las prácticas tradicionales de producción, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Chambo ha implementado ordenanzas para regular las actividades extractivas de tierra (arcilla) destinada a la fabricación de ladrillos, estas regulaciones buscan también fomentar una mejor organización entre los productores de ladrillos.

Existe entre los residentes una creciente conciencia de la necesidad de promover iniciativas que impulsen una producción más eficiente y ambientalmente responsable, pues en el pasado, la producción ladrillera se realizaba principalmente bajo demanda; sin embargo, en el año 2015, cuando el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) solicitó grandes cantidades de ladrillos para proyectos de vivienda de interés social, la industria experimentó su mayor auge, llegando a alcanzar precios de venta de hasta \$1.50 por unidad, aunque este valor no se ha mantenido, actualmente los ladrillos se producen de manera constante para abastecer ferias de construcción en Chimborazo, Ambato, Latacunga, entre otras localidades, con una cobertura intercantonal y provincial.

Durante los últimos cinco años, los artesanos consideran que la venta de ladrillos se ha mantenido relativamente estable, además organizaciones como Alma Chambeña, CODELBO y COTPESAJE, junto con las familias artesanas, los residentes y las autoridades municipales, desempeñan un papel crucial en el fortalecimiento y continuidad de esta actividad económica, de este modo la producción ladrillera no solo representa una fuente de ingresos, sino también un elemento identitario del Cantón Chambo, cuya preservación futura exige la implementación de estrategias que equilibren el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental.

### **3.2. Ubicación de las fábricas ladrilleras**

La producción ladrillera en el Cantón Chambo suele distribuirse a las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Bolívar, Morona Santiago. (Anexo 01)

Es apreciable como la actividad ladrillera no solo se implanta en el entorno urbano inmediato, sino que está dispersa en amplias áreas del territorio cantonal, además de interactuar con los asentamientos humanos.

### **3.3. Ubicación de las fábricas ladrilleras según el tipo de suelo predominante**

La ubicación de las fábricas de ladrillos en el Cantón Chambo revela una estrecha relación con los diferentes tipos de suelo existentes. (Anexo 02)

De acuerdo con la georreferenciación realizada, de las 258 ladrilleras activas, aproximadamente el 47 % se sitúan sobre suelo agrícola, el 33 % en suelos agropecuarios, y el 20 % restante en zonas residenciales e industriales, en este sentido es evidenciado un conflicto de usos de suelo, especialmente en áreas agrícolas destinadas originalmente a actividades de cultivo y producción alimentaria. (Anexo 03)

Esta información resulta fundamental para la formulación de estrategias de ordenamiento territorial, ya que pone de manifiesto la necesidad de regular y reubicar ciertas actividades productivas que podrían comprometer el desarrollo sostenible del cantón.

### **3.4. Obtención de materia prima**

La fabricación artesanal de ladrillos en el Cantón Chambo depende fundamentalmente de la disponibilidad de materia prima local. Los principales insumos utilizados son: tierra (arcilla), aserrín, leña y agua, provenientes de diferentes fuentes localizadas en el entorno.

La tierra es extraída de diferentes canteras ubicadas en Lluclud, Quintus, Guayllabamba, Hulquis, cada cantera es temporal, puesto que, una vez extraída toda la tierra posible, empieza la extracción en otro lugar. Un factor a tener en cuenta es que existen predios de donde la tierra es extraída para rellenar las canteras que han quedado por debajo del nivel de las vías, este hecho sucede debido a que la tierra de estos sitios no es adecuada para elaborar ladrillos y los propietarios desean nivelar el terreno a la acera, de este modo tanto comprador como vendedor son beneficiados.

El aserrín y la leña es obtenida de aserraderos del cantón Chambo y principalmente de la ciudad de Riobamba, la madera de los aserraderos proviene de bosques de la Sierra y de la Amazonía, entre ellos están incluidos los bosques del cantón. La madera utilizada es el eucalipto, se encuentra presente en la zona, los árboles de este tipo son de crecimiento rápido y alta capacidad de rebrote, además por su alto contenido de aceite tienen resistencia a la descomposición.

El agua utilizada en la elaboración de ladrillos proviene de dos fuentes, las acequias expuestas que están cercanas a las ladrilleras y de pozos donde es recolectada el agua lluvia, estos se encuentran ubicados en cada ladrillera. (Anexo 04)

El acceso a estas materias primas, junto con su manejo eficiente, resulta crucial para el mantenimiento de la actividad ladrillera y la preservación de los recursos naturales del Cantón Chambo.

### **3.5. Materiales e instrumentos utilizados en la producción ladrillera**

La producción artesanal de ladrillos en el Cantón Chambo combina el uso de herramientas manuales tradicionales con ciertos elementos de mecanización que permiten optimizar los procesos de mezclado y moldeado de la materia prima. (Anexo 05)

- **Prensa extrusora:**

Máquina destinada a homogeneizar la mezcla de materia prima. Su costo promedio es de aproximadamente \$1 200, con una vida útil estimada de 5 años.

- **Azadón:**

Herramienta manual utilizada para la mezcla inicial de la materia prima. Tiene un costo de alrededor de \$12 y una durabilidad de 6 a 8 meses.

- **Pala:**

Empleada tanto para mezclar como para trasladar la mezcla homogénea desde la maquinaria hacia las carretillas. Su costo promedio es de \$7 y su vida útil es de aproximadamente 1 año.

- **Carretilla:**

Utilizada para transportar el aserrín y la mezcla hacia los moldes. Su costo promedio es de \$45 y su vida útil es de 1 año.

- **Molde:**

Instrumento manual para dar forma a los ladrillos. Tiene un costo de aproximadamente \$40. Su duración varía: puede resistir la producción de 3 000 ladrillos en 6 meses de uso intensivo, o alrededor de 1 año para la fabricación de 1 000 ladrillos.

- **Regla:**

Se utiliza para alisar la superficie de los ladrillos en el molde. Su vida útil es similar a la del molde, dependiendo del volumen de producción.

El uso de estos instrumentos y materiales refleja la combinación de tradición y adaptación tecnológica en la actividad ladrillera artesanal del Cantón Chambo.

### **3.6. Prácticas y procesos de producción ladrillera**

La fabricación artesanal de ladrillos en el Cantón Chambo sigue un proceso tradicional que involucra varias etapas secuenciales, donde se combinan técnicas manuales con herramientas básicas. Cada fase del proceso es fundamental para garantizar la calidad y resistencia del producto final. (Anexo 06)

#### **1. Adquisición de materia prima**

La tierra es comprada por volquetas (8 m<sup>3</sup>) a un costo promedio de \$30, esta cantidad alcanza aproximadamente 2800 ladrillos. El aserrín es comprado por camiones de carga pesada (30 m<sup>3</sup>) tiene un precio promedio de \$350. El agua es obtenida de acequias cercanas o de pozos de agua lluvia a un costo de \$0.

## **2. Preparación de la mezcla**

La tierra es cernida para ser mezclada junto con el aserrín mediante azadones y palas, luego se agrega agua de dos a tres ocasiones en una proporción aproximada de 1:1:0.2 (tierra, aserrín, agua), se deja reposar 30 minutos aproximadamente hasta que al agua se absorba, luego con la ayuda de azadones y palas se mezcla para dejarlo reposar hasta el día siguiente, después la mezcla es trasladada a la maquinaria (prensa extrusora) para que la masa quede homogénea.

## **3. Moldeado de ladrillos**

Al salir la masa de la maquina se traslada a los moldes mediante carretillas, con el uso de un bailejo de madera compactan la masa y finalmente se rocía agua para retirar el molde con facilidad, por cada molde se obtienen 18 adobes.

## **4. Secado de ladrillos**

Los adobes se dejan secar en el patio por al menos 2 días dependiendo del clima (en caso de que llueva son cubiertos por plástico), cuando ya se pueden manipular son rebabados (cortar/retirar los sobrantes) para luego apilarlos en rumas de hasta 30 ladrillos de alto, para un secado más completo durante 3 o 4 semanas según las condiciones climáticas.

## **5. Cocción de ladrillos**

La tarea de leña (1m<sup>3</sup>) tiene un costo promedio de \$14 cada una, se usan aproximadamente 10 tareas de leña por cada quema, siendo así el costo total de \$140, este proceso dura de 3 a 5 días, los ladrillos son apilados en el interior del horno y se colocan trozos de madera en ciertas partes para que el fuego llegue a todos los ladrillos, se coloca la leña en cada túnel y se encienden con la ayuda de diesel, cada tanto tiempo se va alimentando el fuego (dependiendo de la velocidad de quema de la leña), luego se cierran los túneles para que la cocción continúe por si misma, una vez que el fuego alcance la parte superior del horno es cuando los ladrillos están listos y se dejan enfriar al menos 8 días.

### **3.7.Comercialización y costos extra**

La comercialización de ladrillos en el Cantón Chambo ha evolucionado hacia dinámicas más amplias, abarcando mercados locales, cantonales y provinciales.

El ladrillo que se encuentra en la base en ocasiones es cocido con temperatura más elevada que el resto de ladrillos, esto da origen a los ladrillos recochos, no suelen producirse a menudo ni en gran cantidad, este producto tiene alta resistencia y es comercializado a 6 ctvs aproximadamente para construcciones como pozos, chancheras, etc. La unidad de ladrillo tiene un costo que fluctúa dependiendo del clima, en los meses de enero a Diciembre a Mayo predominan las precipitaciones, por esta razón el precio suele ser de 8 a 12 ctvs, sin embargo en los meses de Junio a Noviembre el clima suele ser cálido y el costo baja a ser de 6 a 7 ctvs, pero estos precios son del ladrillo en el horno, los comerciantes los compran y los llevan a otras ciudades para venderlos subiendo del 20% a 30% el costo.

Respecto a los costos adicionales de producción:

- Construcción de hornos:

La edificación de un horno artesanal tiene un costo aproximado de \$5 000. Sin embargo, debido a este costo elevado, muchos ladrilleros optan por alquilar hornos ya existentes a un precio de aproximadamente \$50 por ciclo de cocción.

- Transporte:

El costo del transporte de ladrillos desde la fábrica hasta el horno es de \$220 por carga.

- Costo de mano de obra:

El costo del embarque (llevar los ladrillos a cocción) tiene un costo promedio de \$5 por persona, también en caso de tener que contratar a personas, reciben un salario de \$25 por la elaboración de 1000 ladrillos.

- **Alquiler de maquinaria:**

En caso de no tener la maquinaria (prensa extrusora) se alquila a \$5 por cada 1000 ladrillos. (Anexo 07)

### **3.8. Funcionamiento de fábrica de ladrillos sin horno**

En esta tipología de fábrica de ladrillos la materia prima aserrín y tierra (arcilla) está alojada hacia el borde y cerca del acceso principal, pero sobretodo adyacente a la acequia puesto que de allí se extrae el agua para la elaboración del ladrillo, con carretillas se transporta la mezcla hacia los moldes dispuestos sobre el suelo, una vez endurecidos se apilan en rumas y se cubren con plástico en la parte superior para proteger de la lluvia, de este modo son establecidos grandes espacios en medio que funcionan como patios de secado para elaboraciones próximas; esta distribución permite el flujo continuo de materiales, además facilita la carga y transporte hacia el horno. (Anexo 08)

### **3.9. Funcionamiento de fábrica de ladrillos con horno**

En esta tipología de fábrica de ladrillos la materia prima aserrín y tierra (arcilla) está situada periféricamente y cerca del acceso principal, sin embargo el agua es extraída de un pozo de agua lluvia que suele estar ubicado hacia el extremo opuesto del acceso principal, como una medida de seguridad para evitar accidentes, sin embargo suele estar expuesto, de este modo con baldes u otros recipientes se transporta el agua para elaborar la mezcla que es descargada en los moldes sobre los patios de secado, luego se apilan en rumas para un secado completo, la distribución de las rumas optimiza el proceso de elaboración, la carga y transporte hacia el horno, que en este caso es parte de la fábrica, está posicionado próximo al acceso principal para su posterior transporte a comercialización. (Anexo 09)

### **3.10. Residuos**

En el proceso artesanal de producción de ladrillos en el Cantón Chambo, se generan diversos tipos de residuos a lo largo de las etapas de secado y cocción. Sin embargo, en la mayoría de los casos, estos materiales son reciclados o reutilizados, minimizando las pérdidas económicas y ambientales. (Anexo 10)

- **Ladrillo crudo:**

Durante la fase de secado, condiciones climáticas adversas, como la prolongada presencia de humedad, pueden provocar el colapso o desmoronamiento de los ladrillos crudos. Estos residuos generalmente son reincorporados al proceso, triturándolos y mezclándolos nuevamente con materia prima fresca.

- **Ladrillo blanco:**

Los ladrillos blancos se originan cuando la cocción es deficiente, resultando en piezas subcocidas de tonalidad clara. Aunque no cumplen con los estándares de resistencia requeridos, estos ladrillos son utilizados para la apilación de rumas y procurar su estabilidad.

- **Ladrillo recocho (más cocido):**

Producto de exposiciones excesivas a altas temperaturas. Aunque presentan alta resistencia, su estética irregular limita su comercialización formal; sin embargo, son vendidos para obras de construcción informal o reutilizados como material de relleno.

- **Polvo de ladrillo:**

Finalmente, los ladrillos que han sido convertidos en polvo sirven para recubrimiento del piso, de este modo garantizan su endurecimiento y mantienen los patios con la mayor planicie posible.

En resumen, la producción artesanal de ladrillos en Chambo no presenta pérdidas significativas, gracias a las prácticas locales de reciclaje y aprovechamiento de residuos en diferentes etapas del proceso constructivo.

### 3.11. Impactos

Para analizar los impactos generados por la industria ladrillera en el Cantón Chambo, se aplicaron instrumentos de recolección de información que permitieron determinar el efecto en las dimensiones ambiental, social y económica.

#### 3.11.1. Cálculo de la muestra

De acuerdo a los datos obtenidos, en el área de estudio existen 258 fábricas de ladrillos. Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{(N - 1) \times e^2 + Z^2 \times p \times q}$$

donde:

- n = Tamaño de muestra buscado
- N = Tamaño de la población (258 ladrilleras)
- Z = 1.645 (valor para un nivel de confianza del 90 %)
- p = 0.5 (probabilidad de ocurrencia)
- q = 0.5 (probabilidad de no ocurrencia)
- e = 0.1 (error de estimación permitido, 10 %)

Sustituyendo valores:

$$n = \frac{258 \times (1.645)^2 \times (0.5) \times (0.5)}{(0.1)^2 \times (258 - 1) + (1.645)^2 \times (0.5) \times (0.5)}$$
$$n = 53.7$$

Por lo tanto, la muestra definitiva fue de 53 fábricas ladrilleras encuestadas.

#### 3.11.2. Parámetros para el grado de impacto

Los impactos se clasificaron en tres categorías principales: ambiental, social y económica, de acuerdo a los siguientes parámetros:

##### 1. Impacto Ambiental

- **Emisiones de gases:**
  - **Alto:** Las fábricas emiten humo y gases visibles todo el día, perceptibles por la comunidad.
  - **Medio:** Humo y gases visibles ocasionalmente.
  - **Bajo:** Emisiones imperceptibles o inexistentes.

- **Contaminación del suelo:**
  - **Alto:** Generación de residuos sólidos visibles y no manejados.
  - **Medio:** Generación de residuos manejados ocasionalmente.
  - **Bajo:** Ausencia de residuos o adecuada gestión.
- **Uso de fuentes naturales:**
  - **Alto:** Utilización de más de 960 litros de agua al mes y deforestación significativa.
  - **Medio:** Uso de entre 480 y 960 litros de agua al mes.
  - **Bajo:** Uso inferior a 480 litros de agua al mes.

## 2. Impacto Social

- **Condiciones laborales:**
  - **Alto:** Trabajadores enfrentan situaciones peligrosas diariamente.
  - **Medio:** Riesgos esporádicos.
  - **Bajo:** Condiciones laborales seguras y saludables.
- **Impacto en la comunidad:**
  - **Alto:** Afectaciones significativas en salud y ambiente.
  - **Medio:** Molestias ocasionales.
  - **Bajo:** Afectaciones nulas o mínimas.
- **Capacitación:**
  - **Alto:** No se ofrecen programas de capacitación.
  - **Medio:** Capacitación esporádica.
  - **Bajo:** Capacitación continua y programada.

## 3. Impacto Económico

- **Costos de producción:**
  - **Alto:** Costos elevados sin relación proporcional con las ganancias.
  - **Medio:** Costos moderados.
  - **Bajo:** Costos mínimos en relación a los beneficios.
- **Generación de empleo:**
  - **Alto:** Creación de más de 10 empleos directos.
  - **Medio:** Entre 5 y 10 empleos.
  - **Bajo:** Menos de 5 empleos.
- **Desarrollo económico:**
  - **Alto:** Impacto significativo en la economía local.
  - **Medio:** Impacto moderado.
  - **Bajo:** Impacto limitado o casi nulo.

### 3.11.3. Impactos Ambientales

Con base en las encuestas realizadas a los productores ladrilleros, se identificaron los siguientes impactos ambientales asociados al proceso artesanal de fabricación de ladrillos en el Cantón Chambo.

- **Emisiones de gases**

Según los resultados obtenidos, el 60 % de los encuestados considera que las fábricas emiten humo y gases visibles ocasionalmente, mientras que un 32 % percibe estas emisiones de forma permanente, clasificándolo como un impacto ambiental de alto nivel. Solo el 8 % señala que las emisiones son mínimas o imperceptibles. Este hallazgo indica que las emisiones contaminantes son una problemática relevante, afectando la calidad del aire y la visibilidad en las zonas cercanas a las ladrilleras.

**Tabla 1**  
*Emisiones de gases*

<b>Grado de Impacto</b>	<b>Número de fábricas</b>	<b>Porcentaje</b>
Alto	17	32%
Medio	32	60%
Bajo	4	8%
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** elaboración propia.

- **Contaminación del suelo**

Respecto a la generación de residuos sólidos, el 45 % de los encuestados indicó que existe un impacto medio, evidenciado por la acumulación de residuos no tratados adecuadamente. El 42% considera que la contaminación es baja debido al manejo periódico de los residuos, mientras que el 13% percibe un impacto alto.

**Tabla 2**  
*Contaminación del suelo*

<b>Grado de Impacto</b>	<b>Número de fábricas</b>	<b>Porcentaje</b>
Alto	7	13%
Medio	24	45%
Bajo	22	42%
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** elaboración propia.

Estos resultados reflejan la necesidad de mejorar las prácticas de manejo de residuos sólidos para minimizar la afectación del suelo en las zonas de producción.

- **Uso de recursos naturales**

En relación al uso de agua y materia prima, se encontró que el 51 % de las ladrilleras utiliza entre 480 y 960 litros de agua al mes, catalogándose como un uso moderado. El 40 % de las fábricas consume menos de 480 litros mensuales, mientras que un 9 % supera los 960 litros.

**Tabla 3**  
*Uso de recursos naturales*

<b>Grado de Impacto</b>	<b>Número de fábricas</b>	<b>Porcentaje</b>
Alto	5	9%
Medio	27	51%
Bajo	21	40%
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** elaboración propia.

Aunque el impacto por uso de recursos naturales no es elevado, se destaca la importancia de promover prácticas de ahorro y gestión eficiente del agua en los procesos productivos.

### 3.11.4. Impactos Sociales

La producción artesanal de ladrillos en el Cantón Chambo también genera impactos significativos en la dimensión social, afectando tanto a los trabajadores como a las comunidades cercanas, demostrado en los resultados, donde se evidencia que el 68 % de los encuestados percibe un impacto alto en las condiciones laborales, debido a la exposición a situaciones peligrosas y la falta de equipos de protección personal, por otro lado el 32 % lo califica como impacto medio, mientras que ningún encuestado considera que existan condiciones laborales seguras (impacto bajo).

**Tabla 4**

*Impactos sociales*

<b>Grado de Impacto</b>	<b>Número de fábricas</b>	<b>Porcentaje</b>
Alto	36	68%
Medio	17	32%
Bajo	0	0%
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** elaboración propia.

### 3.11.5. Impacto en la comunidad

Respecto a la percepción del impacto de la actividad ladrillera sobre la comunidad, el 36 % de los encuestados lo percibe como alto, debido principalmente al ruido constante, emisiones de humo y contaminación ambiental.

El 49 % considera un impacto medio, mientras que un 15 % lo percibe como bajo.

**Tabla 5**

*Impacto en la comunidad*

<b>Grado de Impacto</b>	<b>Número de fábricas</b>	<b>de</b>	<b>Porcentaje</b>
Alto		19	36%
Medio		26	49%
Bajo		8	15%
<b>Total</b>		<b>53</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** elaboración propia.

Estos resultados resaltan la necesidad de implementar estrategias para mitigar los efectos negativos sobre las poblaciones circundantes.

- **Capacitación**

El 100 % de los encuestados afirma que no existen programas de capacitación formal en la industria ladrillera local, lo cual evidencia una carencia significativa de procesos de formación técnica especializada, lo cual limita el desarrollo de competencias laborales y perpetúa la transmisión empírica del conocimiento.

**Tabla 6**  
*Capacitación*

<b>Grado de Impacto</b>	<b>Número de fábricas</b>	<b>de</b>	<b>Porcentaje</b>
Alto		53	100%
Medio		0	0%
Bajo		0	0%
<b>Total</b>		<b>53</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** elaboración propia.

Esta falta de capacitación constituye uno de los principales desafíos para mejorar la calidad del proceso productivo y la seguridad laboral.

### **3.11.6. Impactos Económicos**

El análisis económico en la industria ladrillera del Cantón Chambo refleja tanto los retos financieros que enfrentan los productores como su contribución al desarrollo local, dando como resultado que el 40 % de los encuestados considera que existe un alto impacto económico relacionado con los costos de producción, ya que éstos no guardan una proporción adecuada con las ganancias obtenidas, por otro lado el 55 % lo clasifica como impacto medio, indicando cierta estabilidad en la relación entre costos y ganancias, mientras que solo el 5 % considera que el impacto económico por costos es bajo.

**Tabla 7**  
*Impactos económicos*

<b>Grado de Impacto</b>	<b>Número de fábricas</b>	<b>de</b>	<b>Porcentaje</b>
Alto		21	40%
Medio		29	55%
Bajo		3	5%
<b>Total</b>		<b>53</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** elaboración propia.

- **Desarrollo económico**

En cuanto al aporte al desarrollo económico local, el **11 %** de las fábricas genera un impacto alto, asociado principalmente a la contratación de más de 10 empleados y la generación de ingresos significativos.

El 26 % corresponde a un impacto medio, con fábricas que emplean entre 5 y 10 trabajadores, mientras que el 62 % representa un impacto bajo, relacionado con fábricas de producción familiar o de muy pequeña escala.

**Tabla 8***Desarrollo económico*

<b>Grado de Impacto</b>	<b>Número de fábricas</b>	<b>de</b>	<b>Porcentaje</b>
Alto	6		11%
Medio	14		26%
Bajo	33		62%
<b>Total</b>	<b>53</b>		<b>100%</b>

**Fuente:** elaboración propia.

Estos datos reflejan que la mayoría de las unidades de producción ladrillera en Chambo operan en un modelo de economía familiar, limitando su incidencia en el crecimiento económico general del cantón.

**3.11.7. Matriz de Impacto**

La matriz de impacto permitió evaluar de manera integral la percepción actual sobre los efectos generados por la industria ladrillera en el Cantón Chambo, considerando las dimensiones ambiental, social y económica.

El análisis revela oportunidades de mejora continua en las prácticas productivas, para reducir los efectos negativos sobre el entorno y la comunidad.

**Tabla 9***Matriz de impacto*

<b>Aspecto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Grado de Impacto</b>
Ambiental	Emisiones de gases	Emisión de CO <sub>2</sub> y otros gases durante el proceso de cocción.	Alto
Ambiental	Contaminación del suelo	Acumulación de residuos sólidos en las fábricas y su entorno.	Bajo
Ambiental	Uso de recursos naturales	Extracción de agua y arcilla para la producción de ladrillos.	Medio
Social	Condiciones laborales	Seguridad laboral y salud de los artesanos.	Alto
Social	Impacto en la comunidad	Afectaciones ambientales y sociales a residentes locales.	Medio
Social	Capacitación	Oportunidades de formación técnica en fábricas.	Alto
Económico	Costos de producción	Relación entre costos de producción y ganancias.	Medio
Económico	Desarrollo económico	Contribución de la fábrica a la economía local.	Bajo

**Fuente:** elaboración propia.**Análisis de la matriz de impacto**

Respecto al impacto ambiental, el 60 % de los encuestados percibe emisiones de gases como un problema considerable, afectando la calidad del aire y visibilidad en el entorno, además la contaminación del suelo, aunque presente, es manejada adecuadamente en la mayoría de los casos, resultando en un impacto bajo, sumado a ello, con respecto al uso de recursos naturales,

destaca la necesidad de optimizar el consumo de agua y materia prima, evidenciando un impacto medio.

En la dimensión social, las condiciones laborales muestran un impacto alto, debido a la exposición constante de los trabajadores a riesgos físicos y la falta de medidas de protección adecuadas, de igual manera, el 100 % de los encuestados manifiesta la ausencia de programas de capacitación formal, lo que refuerza la importancia de implementar procesos de formación técnica.

Finalmente, en el aspecto económico, si bien los costos de producción representan un impacto medio para la mayoría de los productores, el impacto económico general en la comunidad es bajo, dado que la mayoría de las unidades productivas tienen un alcance limitado, con pocas oportunidades de generación de empleo formal.

### **3.11.8. Impactos Localizados**

Además de los impactos generales identificados en el proceso de diagnóstico, se reconocen efectos localizados que afectan áreas específicas del Cantón Chambo, principalmente asociados a la fabricación artesanal de ladrillos. (Anexo 11)

Un estudio realizado en la ciudad de Cuenca revela que el medio más afectado es el aire donde el proceso de cocción evidencia impactos al entorno, pues el uso de la madera como combustible produce emisiones de gases donde el CO<sub>2</sub>, compuestos orgánicos volátiles y material particulado, el análisis de este último evidenció que los hornos artesanales llegan a exceder los límites tolerables por la normativa ISO 14644, estos contaminantes afectan la salud respiratoria de las personas más cercanas, aumentando el riesgo de enfermedades de este tipo. En Chambo la mayoría de hornos artesanales no están lo suficientemente alejados de las viviendas, incluso existen residencias a menos de 10 m de distancia, los gases emitidos tienen la capacidad de dañar el sistema respiratorio, provocando daños en la mucosa, agravamiento de alergias respiratorias y enfermedades crónicas, además de bronquitis y bronconeumonías.

Por lo que respecta a la obtención del eucalipto para usarlo como combustible sólido, los aserraderos compran bosques para talarlos poco a poco, para la cocción de aproximadamente 15 mil ladrillos al mes son requeridos al menos 100 m<sup>3</sup> de leña, teniendo en cuenta que existen 258 ladrilleras, son necesarios 25 800 m<sup>3</sup> de madera, para obtener esta cantidad hay que talar cerca de 122 842 árboles de eucalipto, lo que conlleva a la tala de 88 hectáreas de bosque mensualmente para abastecer a la industria ladrillera del cantón Chambo.

Otro impacto importante está en la obtención de tierra, ya que el suelo arcilloso del lugar es reconocido por sus nutrientes y componentes minerales, pero su extracción para utilizarse como materia prima en la elaboración de ladrillos, ha afectado este recurso en los últimos años, puesto que al extraerla genera desniveles respecto a las vías, además de erosión de la capa vegetativa. Otro factor a tener en cuenta es el transporte de la materia prima (aserrín y tierra) se realiza por el área urbana debido a la inexistencia de pasos vías exclusivas para camiones de carga pesada, esto representa un peligro para los peatones y contribuye al deterioro de las vías del cantón, sobre todo porque no tienen rutas ni horarios establecidos.

Es necesario tener en consideración que la proliferación desordenada de ladrilleras ha provocado que el paisaje se vea afectado, ya que muchas veces al recorrer las zonas cercanas a hornos la vista se ve obstruida por el humo que generan, también al situarse en el centro poblado causan un efecto de contraste con el entorno construido.

### **3.12. Sostenibilidad de las Fábricas de Ladrillos**

La sostenibilidad en la producción artesanal de ladrillos en el Cantón Chambo constituye un eje fundamental para garantizar la preservación del entorno natural, el fortalecimiento de la cultura local y la mejora de las condiciones socioeconómicas de la comunidad.

#### **Principios de sostenibilidad ambiental**

La sostenibilidad ambiental en las fábricas de ladrillos se basa en la gestión de residuos y la optimización del uso de recursos naturales.

- **Gestión de residuos y reducción de impactos:**

A pesar de las restricciones en el proceso productivo, existe una reutilización de desechos, contribuyendo a la minimización de residuos y al impacto ambiental generado.

- **Uso de materia prima local:**

La utilización de arcilla proveniente de zonas aledañas reduce la necesidad de transporte de materiales a largas distancias, disminuyendo las emisiones de carbono asociadas a la logística.

#### **Principios de sostenibilidad sociocultural**

La sostenibilidad sociocultural se manifiesta en la preservación de los saberes ancestrales, la cohesión comunitaria y la resiliencia laboral.

- **Transmisión de conocimientos tradicionales:**

La producción artesanal de ladrillos en Chambo se basa en técnicas heredadas de generación en generación, garantizando la continuidad de los oficios tradicionales.

- **Solidaridad y trabajo en equipo:**

Las dinámicas de colaboración entre familias artesanas refuerzan los lazos sociales, fortaleciendo la identidad y la memoria colectiva del territorio.

#### **Principios de sostenibilidad socioeconómica**

La sostenibilidad socioeconómica se evidencia a través del impacto positivo de la producción ladrillera sobre la economía local.

- **Generación de empleo:**

La industria ladrillera genera empleo y sustento para numerosas familias locales, consolidándose como un pilar económico para Chambo.

- **Economía circular:**

La producción artesanal promueve la reutilización de materiales de construcción y fomenta prácticas que fortalecen un modelo de economía circular a escala local.

## CAPÍTULO IV. CASOS DE ESTUDIO Y REPERTORIOS ARQUITECTÓNICOS

### 4.1. Estrategias de Investigación

Con el fin de darle valor al ladrillo y proponer espacios asociados al desarrollo de procesos sostenibles de producción, se establecen estrategias de investigación que permitan proponer enfoques adecuados a partir del análisis de experiencias relevantes a nivel internacional. La selección de casos de estudio se basó en proyectos que reflejan sistemas de producción tradicional, tecnificación progresiva, sostenibilidad ambiental, valorización de materiales locales y transformación social del entorno. Se utilizaron los criterios propuestos por Cárdenas (2010) para la estructuración de la estrategia de análisis:

- Elección del objeto de estudio
- Compilación del material
- Crítica de la información
- Estructura del trabajo

Estos pasos permitieron realizar un abordaje sistemático y comparativo entre los diferentes casos seleccionados, identificando patrones aplicables al contexto del Cantón Chambo.

### 4.2. Selección de Casos de Estudio

La selección de los casos de estudio se realizó priorizando la diversidad en cuanto a:

- Fábrica de ladrillos artesanal
- Fábrica de ladrillos tecnificada
- Procesos productivos óptimos
- Propuestas innovadoras y eficientes

**Tabla 10**

*Casos de estudio seleccionados*

<b>Caso de Estudio</b>	<b>Año</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Razón de selección</b>	<b>Contribución al proyecto</b>
Análisis de factibilidad para la construcción de horno túnel en una empresa ladrillera	2019	Candelaria, Colombia	Ladrillera con horno tradicional con alternativa innovadora y sostenible.	Proceso de producción (cocción)
Prefactibilidad de la fabricación industrial de ladrillos en la ciudad de Tegucigalpa	2014	Tegucigalpa, Honduras	Implementación de procesos semiindustriales	Comparación entre producción tradicional e industrializada
Cerámica Utzubar	2008	Navarra, España	Transformación hacia procesos industriales eficientes	Mejora de procesos productivos, optimización energética y certificaciones

**Fuente:** elaboración propia.

## **4.2.1 Análisis de factibilidad para la construcción de horno túnel en una empresa ladrillera**

**Autores:** M. Zúñiga, A. Benavides, N. Martínez

**Año:** 2019

**Ubicación:** Candelaria, Colombia

### **4.2.1.1 Elección del objeto de estudio**

Presenta un análisis de la factibilidad técnica, económica y de mercado para implementar un horno túnel, como alternativa tecnológica para resolver problemas operativos actuales, como la baja capacidad productiva, pérdidas de material, subutilización del espacio, emisiones contaminantes y altos costos operativos.

### **4.2.1.2 Compilación del material**

- **Tecnologías de Producción:** El proceso es principalmente tradicional, donde el horno artesanal es utilizado en la etapa de cocción, un método habitual que tiene limitaciones tales como la ineficiencia energética, innovación rudimentaria, falta de medidas de mitigación, baja eficiencia del horno tipo colmena, pérdidas de material, alta contaminación, y altos costos operativos.
- **Impacto Ambiental:** Expone preocupaciones por la contaminación del aire debido a la ineficiente cocción del combustible, aparte las emisiones de gases tienen una falta de control, por lo cual fomenta la necesidad de implementar tecnologías más limpias y así minimizar el daño ambiental.
- **Sector Informal:** El estudio muestra que comúnmente existen industrias artesanales de fabricación de ladrillos y apunta que son esenciales dentro de la economía local, sin embargo, usualmente operan sin algún tipo control o regulación ambiental adecuada.
- **Propuesta tecnológica:** Sustituir el horno colmena por un horno túnel, cuyas ventajas son la producción continua, un mejor control de temperatura y la reducción de emisiones.
- **Capacidad productiva:** Con un horno túnel se puede cocer hasta 150 toneladas por día, por otro lado, en el horno colmena son hasta 5 toneladas por carga.
- **Automatización:** Con el horno túnel se optimiza el flujo de producción, puesto que permite la integración de cintas transportadoras, carros metálicos y control digital de temperatura.
- **Estudio técnico-comparativo:** Se contrastan los tiempos, rendimientos y consumo energético entre el horno colmena y el túnel.
- **Demanda insatisfecha:** La fábrica actualmente no puede abastecer toda la demanda del mercado regional, por lo que el horno túnel podría cubrir este déficit.
- **Instrumentos de análisis utilizados:**
  - Diagrama de Ishikawa: para detectar causas de pérdidas.
  - Diagrama de Pareto: para jerarquizar los problemas más frecuentes.

### **4.2.1.3 Crítica de la información**

- **Resultados financieros:** La implementación del horno túnel es viable con un TIR del 172% y un VAN positivo, lo que indica alta rentabilidad del proyecto.

- El horno túnel mejora la productividad, calidad del producto y sostenibilidad, siendo una solución efectiva para la industria ladrillera artesanal.
- Impactos ambientales: El horno túnel reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, mejora el ambiente laboral y disminuye el uso de leña.
- Condiciones laborales: Se identifican oportunidades para mejorar la salud ocupacional y eficiencia del personal.
- Durabilidad del sistema propuesto: El horno túnel presenta una vida útil mucho mayor, reduciendo mantenimientos y tiempos muertos.
- Reducción de tiempos: El tiempo de cocción pasa de 4-5 días en un horno colmena a 18-24 horas en un túnel.
- Porcentaje de piezas de primera calidad:  
Horno túnel: >95%  
Horno colmena: 75%
- Menor manipulación del producto reduce pérdidas e incapacidades laborales por esfuerzo físico.

#### **4.2.1.4 Estructura del trabajo**

- Tecnología sugerida: Implementar hornos túnel como alternativa eficiente, replicable en contextos de producción artesanal.
- Aunque la inversión inicial es alta, el ahorro energético a mediano y largo plazo compensa el gasto y mejora la eficiencia térmica.
- Diagnóstico de procesos productivos: Aplicar toma. de tiempos, entrevistas y observación directa para evaluar ineficiencias en fábricas artesanales de Chambo.
- Gestión de residuos: Incorporar modelos de producción con menor pérdida de material y reutilización de subproductos.
- Normativa técnica: Basarse en normativas para garantizar calidad del producto y viabilidad técnica del sistema.
- Sostenibilidad ambiental: Resaltar los beneficios de reducir emisiones contaminantes como eje central de la propuesta.
- Estrategia de implementación por fases: propuesta de modo que se pueda escalar desde un sistema semiartesanal a uno completamente automatizado con horno túnel.

(Anexo 12)

### **4.2.2 Prefactibilidad de la fabricación industrial de ladrillos en la ciudad de Tegucigalpa**

**Autores:** J. Godoy y K. Romero

**Ubicación:** Tegucigalpa, Honduras.

#### **4.2.2.1 Elección del objeto de estudio**

Este estudio de caso fue elegido porque ayuda a ilustrar los procesos de industrialización asociados con la producción de ladrillos en las áreas urbanas de América Latina, ofreciendo una yuxtaposición con los enfoques artesanales y su evolución hacia una mayor eficiencia y sostenibilidad.

En este caso, el estudio buscó determinar los niveles de viabilidad y prefactibilidad respecto a la integración de una planta de fabricación de ladrillos industrializada en la ciudad de Tegucigalpa, con el objetivo de mejorar la eficiencia, calidad y estándares de sostenibilidad en los procesos de producción.

#### **4.2.2.2 Compilación del material**

Los datos dentro de este análisis provienen de un estudio de 2014 que diagnosticó las especificidades económicas y técnicas de la industria ladrillera local y sugirió la construcción de una planta automatizada para mejorar la competitividad y reducir los impactos medioambientales.

El material recopilado incluye:

- Diagnóstico de las condiciones actuales de producción artesanal.
- Análisis de costos de inversión y operación de una planta industrial.
- Evaluación de beneficios ambientales y sociales.
- Modelos de procesos de producción mecanizados.

#### **4.2.2.3 Crítica de la información**

El estudio proporciona una estructura metodológica robusta, basada en criterios de:

- Capacidad de producción instalada.
- Consumo energético y reducción de emisiones.
- Costos de operación y amortización de la inversión.
- Mejoras en la calidad del producto final.
- Las empresas constructoras en la ciudad representan el 97% del volumen de ventas de la planta productora, mientras que el 3% es principalmente de las ferreterías.

#### **4.2.2.4 Estructura del trabajo**

- Ubicación Estratégica: La ubicación se elige pensando en minimizar el impacto ambiental y social, de este modo se procura una proximidad a materias primas y mercados.
- Sistemas de Control Automatizados: Incorpora sistemas automatizados para poder controlar cada etapa dentro del proceso productivo, pues así mejora la eficiencia y calidad del producto final.
- Producción Artesanal vs. Industrial: La transición de métodos de producción artesanal a métodos tecnificados e industrializados es importante para así poder diseñar una fábrica eficiente y moderna, sin embargo, el 99% de los ladrillos se fabrican de forma artesanal, debido a la preferencia por ladrillos artesanales, con esto en mente surge la idea de integrar procesos artesanales con tecnologías de producción.
- Con el tiempo habrá nuevas tecnologías y productos emergentes, por lo que la fábrica debe tener la capacidad de adaptarse, a raíz de ello influye en la flexibilidad del diseño y la capacidad de innovación.
- Implementar medidas de seguridad para proteger a los trabajadores y minimizar riesgos laborales, también diseñar espacios de trabajo ergonómicos, bien iluminados y ventilados
- Potencial de Crecimiento del Ladrillo: Aunque el uso del ladrillo ha disminuido, aún cuenta con una cuota de mercado significativa y presenta características especiales por su versatilidad.

- La presencia de competidores tanto en el sector formal (productores tecnificados) como en el informal (productores artesanales) implica que la fábrica debe ser diseñada para ser eficiente y competitiva.
- Incorporar un plan de marketing y promoción que destaque las ventajas del ladrillo en comparación con otros materiales de construcción.
- Diseño de almacenes adecuados para la arcilla y los ladrillos terminados, considerando la capacidad de almacenamiento semanal.
- Planificación de sistemas de transporte de materia prima y producto terminado dentro de la fábrica.
- El equipo debe ser semiautomático para minimizar la mano de obra y aumentar la eficiencia.

(Anexo 13)

### **4.2.3 Cerámica Utzubar**

**Ubicación:** Navarra, España.

**Año:** 1961.

#### **4.2.3.1 Elección del objeto de estudio**

Cerámica Utzubar fue seleccionada como caso de estudio debido a que presenta una evolución dando paso de la fábrica tradicional de ladrillos hacia una empresa moderna, donde integran procesos de producción sostenibles con sus respectivas certificaciones ambientales, además del control de calidad, convirtiéndose en un referente de buenas prácticas industriales.

#### **4.2.3.2 Compilación del material**

- La empresa cuenta con certificaciones de calidad como la marca N de AENOR y la conformidad europea (CE), lo que garantiza la excelencia en sus productos.
- Procesos de modernización industrial.
- Certificaciones de calidad y sostenibilidad obtenidas.
- Sistemas de producción de bajo impacto ambiental.
- Modelos de gestión de residuos y eficiencia energética.
- Utilizar sistemas de transporte eficientes, como cintas transportadoras o grúas, para mover los materiales de manera segura y eficiente.

#### **4.2.3.3 Crítica de la información**

Cerámica Utzubar representa un ejemplo claro de adaptación a las nuevas exigencias ambientales y de mercado, sumado a ello sus certificaciones de Huella de Carbono, Huella Hídrica y su marca de calidad N de AENOR reflejan el compromiso con la producción responsable, no obstante, al ser una empresa de gran escala en Europa, las condiciones de implementación de estos sistemas pueden diferir de los escenarios latinoamericanos; por tanto, se debe analizar la viabilidad local antes de aplicar sus modelos directamente.

#### **4.2.3.4 Estructura del trabajo**

La producción en Cerámica Utzubar sigue un esquema de:

- Selección de materia prima de origen local.
- Uso de tecnologías limpias y optimización energética.
- Certificación de procesos y productos.
- Reciclaje de residuos de producción.
- Automatización de etapas críticas de la fabricación.
- Incorpora la biomasa en los quemadores dentro de los hornos de la fábrica como una medida para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y demostrar un compromiso con la sostenibilidad ambiental.
- Implementar un sistema de producción semiautomático para optimizar la eficiencia y minimizar la mano de obra.
- Optimizar el flujo de materiales a través de las diferentes etapas del proceso productivo.
- Ubicar estratégicamente las áreas de extracción, almacenamiento, procesamiento y embalaje para minimizar el transporte interno de materiales.

(Anexo 14)

#### **4.2.4 Sistema de descontaminación Filtrovivo**

Año: 2015

Empresa: Hidrosym

##### **4.2.3.1 Elección del objeto de estudio**

- Reduce hasta un 95% las emisiones de material particulado.
- Sistema único en el mundo, patentado y certificado.
- Disponible en distintos formatos.

##### **4.2.3.2 Compilación del material**

Utiliza un sustrato especial donde se desarrollan microorganismos y raíces de plantas que interactúan para degradar y absorber el material particulado, evitando la saturación del filtro y permitiendo su funcionamiento continuo.

- El sustrato tiene una composición y textura que permite retener los contaminantes, mientras que las plantas seleccionadas garantizan un crecimiento adecuado y la absorción de nutrientes generados por los microorganismos.
- Independientemente del formato, cada metro cuadrado de Filtrovivo® puede filtrar hasta 100 m<sup>3</sup>/h de emisiones, asegurando una alta eficiencia en la descontaminación del aire.
- Los sistemas Filtrovivo son modulares y escalables, permitiendo agregar más módulos en función del caudal de gas a filtrar, adaptándose a diferentes necesidades industriales y residenciales.
- Compuesto por ductos de conducción en acero inoxidable o galvanizado.
- Regulan la temperatura del gas antes de su ingreso a Filtrovivo, asegurando la supervivencia de microorganismos y plantas.
- Compuesta por un tótem o muro formado por:
  - Sustrato inerte donde crecen las plantas.
  - Plantas seleccionadas para su capacidad de filtrado.
  - Estructura de acero galvanizado resistente.

- Molde de plástico inyectado con resistencia UV para mayor durabilidad.

#### **4.2.2.3 Crítica de la información**

- Requiere una cantidad mínima de agua para riego y su mantenimiento es similar al de un jardín, lo que lo convierte en una alternativa de bajo costo operativo y fácil implementación.
- Incluye un sistema de riego automatizado que garantiza la humedad adecuada del sustrato, permitiendo la estabilidad del ecosistema sin intervención manual.

#### **4.2.2.4 Estructura del Trabajo**

- Una solución ecológica y efectiva para reducir la contaminación del aire.
- Su funcionamiento está totalmente automatizado mediante sensores, eliminando la necesidad de un operador.
- Filtrovivo requiere un mantenimiento sencillo y de bajo costo, que incluye jardinería básica para conservar el ecosistema vegetal, limpieza periódica de los ductos de humo con un “chascón” al menos dos veces al año y una revisión anual del sistema de extracción por un técnico especializado para garantizar su óptimo funcionamiento.

(Anexo 15)

#### **4.2.5 Comparar y Contrastar**

El análisis comparativo entre los casos de estudio seleccionados evidencia las diferencias sustanciales entre los procesos tradicionales y los procesos tecnificados e industrializados de producción de ladrillos.

Es notable que, mientras que las técnicas tradicionales tienen fuertes raíces culturales y una notable transmisión de conocimientos intergeneracionales, tienen desventajas asociadas con baja productividad, altos impactos ambientales y condiciones laborales desfavorables.

Por otro lado, las fábricas que aplican procesos tecnológicos han mostrado mejoras marcadas en productividad, emisiones, eficiencia energética y consumo de recursos naturales. Esto revela la necesidad de modelos alternativos sostenibles que integren enfoques tradicionales con innovaciones tecnológicas modernas para preservar la cultura mientras se mejora la competitividad y se reduce el impacto ambiental.

La comparación enfatiza que el proceso de cambio es acumulativo y gradual al respetar el conocimiento local mientras se avanza hacia la educación vocacional, nuevas tecnologías, control de calidad, certificación de procesos y otras disciplinas de ingeniería, como lo ilustra la experiencia de Cerámica Utzubar. En conclusión, la integración de prácticas implementadas con éxito en los estudios de caso permitirá que la industria de ladrillo de Chambo logre un modelo competitivo culturalmente sostenible.

### **4.3 Selección de Repertorios Arquitectónicos**

Para mejorar la propuesta de diseño, se seleccionaron repertorios arquitectónicos contemporáneos que presentan ladrillo en un papel compositivo como protagonista.

Este conjunto de diseños también fue seleccionado por su originalidad considerando este material tradicional, incorporando estrategias de diseño sostenible, sensibilidad contextual y enfoques de diseño industrial contemporáneo.

La selección responde a los siguientes criterios:

- Uso expresivo y estructural del ladrillo.
- Incorporación de principios de sostenibilidad.
- Innovación en procesos constructivos.
- Relación armónica entre arquitectura, material y entorno.

La tabla siguiente resume los repertorios seleccionados:

**Tabla 11**

*Repertorios seleccionados*

<b>Repertorio Arquitectónico</b>	<b>Año</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Contribución</b>
Edificio administrativo y Fábrica Star Engineers	2017	Hanoi, Vietnam	Oficinas corporativas y fábrica	Funcionalidad y Sostenibilidad
Fábrica Fagus	1911-1915	Alfeld an der Leine, Alemania	Fábrica manufacturera	Flexibilidad funcional
Fábrica The Plus de Vestre	2022	Magnor, Noruega	Fábrica manufacturera ecológica	Distribución sostenible y eficiencia energética
Fábrica Novopan	2022	Quito, Ecuador	Fábrica manufacturera coexistiendo con espacios administrativos y servicios	Implantación, gestión, sostenibilidad

**Fuente:** elaboración propia.

#### 4.3.1 Edificio administrativo y Fábrica Star Engineers

**Año:** 2017

**Ubicación:** Hanoi, Vietnam

**Arquitectos:** H&P Architects

##### 4.3.1.1 Elección del objeto de estudio

- **Historia y Evolución de la Empresa:** Star Engineers. ha crecido en el sector de la ingeniería y la fabricación, adaptándose a las tendencias del mercado y a las necesidades de sus clientes, de este modo el edificio refleja esta evolución al servir como un símbolo de modernización y eficiencia en su operación.
- **Compromiso con la Calidad:** Aparte de comprometerse con la calidad de sus productos la empresa también busca garantizar la excelencia en su entorno laboral, además de la presentación de su infraestructura, es así que se manifiesta un diseño meticuloso del edificio.
- **Sostenibilidad Ambiental:** Tiene un enfoque interesante en la sostenibilidad ya que el proyecto utiliza tecnologías y materiales que minimizan el impacto ambiental, por ello cuenta con certificaciones de sostenibilidad, siendo una parte fundamental de su filosofía.

- Relevancia en el Mercado: Al mostrarse como un ejemplo de innovación arquitectónica y funcionalidad, demuestra su capacidad de posicionarse como referente dentro del núcleo donde se halla ubicada la empresa Star Engineers.

#### **4.3.1.2 Compilación del material**

- Diseño Arquitectónico: El edificio combina elementos contemporáneos con un uso práctico del espacio, utiliza ladrillo, un material tradicional, que no solo proporciona durabilidad, sino que también se integra estéticamente con el entorno industrial.
- Distribución Funcional: La organización del espacio está pensada para facilitar el flujo de trabajo entre las áreas administrativas y de producción, las oficinas y las áreas de trabajo están estratégicamente ubicadas para fomentar la comunicación y la colaboración entre los equipos.
- Uso de Energía y Recursos: Se aprecian soluciones sostenibles en el diseño como la optimización de la luz natural a través de grandes ventanales, también están los sistemas de ventilación que permiten evitar la necesidad de energía artificial, lo que a su vez disminuye los costos operativos.
- Materiales Sostenibles: En cuanto a la economía local, mediante el uso de materiales reciclables y locales el proyecto no solo minimiza el impacto ambiental, sino que también apoya a la economía del lugar.

#### **4.3.1.3 Crítica de la información**

- Desafíos de Implementación: Aunque el diseño es innovador, la ejecución puede presentar desafíos significativos, especialmente en términos de costos de construcción y cumplimiento de normativas locales, por ello estos factores pueden limitar la viabilidad del proyecto en otras ubicaciones.
- Flexibilidad del Espacio: El diseño es adaptativo para poder responder a futuros cambios en la producción es un aspecto positivo, sin embargo, es importante considerar cómo se mantendrá esta flexibilidad a lo largo del tiempo y observar qué inversiones adicionales podrían ser necesarias.

#### **4.3.1.4 Estructura del Trabajo**

- Integración de Funciones: El análisis debe explorar cómo el diseño promueve la interacción entre áreas administrativas y de producción, favoreciendo un ambiente colaborativo que potencia la eficiencia.
- Prácticas Sostenibles: Con el objetivo de asegurar la eficiencia del edificio se detallan las estrategias siendo estas desde el uso de materiales hasta la eficiencia energética y la gestión de residuos, además podría incluir la implementación de sistemas de energía renovable o técnicas de construcción pasiva.
- Equilibrio Estético y Funcional: El diseño procura la existencia de un balance entre la estética del edificio y su funcionalidad, puesto que la apariencia del edificio debe ser atractiva tanto para empleados como para visitantes y al mismo tiempo debe cumplir con su propósito práctico de manera efectiva.

En definitiva, el Edificio Administrativo y Fábrica Star Engineers no es tan solo un espacio de trabajo, sino que también representa un símbolo del compromiso de la empresa con la innovación, la calidad y la sostenibilidad, puesto que su diseño refleja una integración

armoniosa de funciones, junto con un enfoque hacia la sostenibilidad, para así tener un posicionamiento sólido en el mercado, en consecuencia, convirtiéndolo en un referente dentro del sector industrial. (Anexo 16)

### **4.3.2 Fábrica Fagus**

**Año:** 1911-1915

**Ubicación:** Alfeld an der Leine, Alemania

**Arquitectos:** Walter Gropius y Adolf Meyer

#### **4.3.1.1 Elección del objeto de estudio**

- La Fábrica Fagus es un ejemplo pionero del movimiento moderno, destacando por su uso innovador de materiales como el vidrio y el acero, y por su enfoque en la funcionalidad y estética.
- Desmaterialización del muro y transparencia: La característica más destacada de la Fábrica Fagus es la desmaterialización del muro, utilizando vidrio en lugar de materiales opacos, lo que permite la entrada de luz natural y una mayor conexión visual entre el interior y el exterior.
- Enfoque en la lógica constructiva: Gropius defendía que el diseño exterior debía reflejar la lógica constructiva del edificio.

#### **4.3.1.2 Compilación del material**

- Uso extensivo del vidrio en las fachadas, eliminando los muros de carga tradicionales y utilizando pilares de hormigón armado en el interior, esta característica permite una mayor entrada de luz natural y una sensación de transparencia y apertura.
- Uso de ladrillo amarillo sobre una base de ladrillo oscuro en todas las fachadas, creando una apariencia uniforme y coherente.
- Logra aligerar la apariencia del edificio mediante el uso de esquinas totalmente acristaladas sin elementos estructurales visibles.
- Diseño adaptativo ya que es modular lo que permite ampliaciones y adaptaciones a futuro sin comprometer la funcionalidad e integridad del diseño original.

#### **4.3.1.3 Crítica de la información**

- La uniformidad en los materiales contribuye a crear una identidad visual fuerte para el complejo industrial.
- Las esquinas acristaladas son una estrategia para alivianar visualmente la estructura, además destacan áreas como las oficinas o zonas de exhibición, creando puntos focales visuales y mejorando la estética general del edificio.
- La flexibilidad del diseño puede permitir que la fábrica se adapte a cambios en la demanda y en los métodos de producción, asegurando su relevancia y funcionalidad a largo plazo.
- El ritmo arquitectónico está presente en sus fachadas al usar una secuencia de formas iguales, unidad de forma y color.

#### **4.3.1.4 Estructura del Trabajo**

- Promueve la transparencia, exposición y honestidad del material mediante un diseño que revela la estructura y los procesos constructivos.
- Creación de un entorno de trabajo que ofrezca luz, aire y limpieza, promoviendo la dignidad y el bienestar de los trabajadores.
- Espacios que promuevan la conexión con el entorno natural inmediato y el bienestar de los obreros.
- Diseño que optimiza la circulación de materiales y productos dentro de la fábrica.
- Uso de materiales duraderos para posibles futuras renovaciones y ampliaciones sin comprometer la estructura original.
- El utilizar al ladrillo no solo como material de construcción, sino también como un elemento estético y educativo.

(Anexo 17)

#### **4.3.3 Fábrica The Plus de Vestre**

**Año:** 2022

**Ubicación:** Magnor, Noruega

**Arquitecto:** BIG - Bjarke Ingels Group

El Plus demuestra un ejemplo de arquitectura industrial pionera en los precedentes de sostenibilidad, con un uso eficiente de la energía.

##### **4.3.3.1 Elección del objeto de estudio**

Considerada la fábrica más sostenible de Europa por su diseño ecológico, sus enfoques de eficiencia energética y su conexión con el entorno natural.

##### **4.3.3.2 Recopilación de información**

Estudiaron sistemas de ventilación natural, recolección de energía renovable, uso de rompevientos y materiales reciclados, la organización espacial en forma de cruz, y la autosuficiencia energética operativa mientras consideraban el gasto energético.

##### **4.3.3.3 Crítica del documento**

La fábrica se destaca por su excepcional equilibrio entre la actividad industrial y la conservación del medio ambiente, lo que la convierte en un caso paradigmático para cualquier arquitectura futura.

##### **4.3.3.4 Estructura del trabajo**

El informe incluye principios de diseño sostenible que se implementan (el sistema de construcción de bajo impacto, techos verdes e integración del paisaje fluvial simbiótico).

(Anexo 18)

#### **4.3.4 Fábrica Novopan**

**Año:** 2022

**Ubicación:** Quito, Ecuador

**Arquitectos:** Durán & Cordovez Arquitectos

La Fábrica Novopan es un ejemplo de la arquitectura industrial contemporánea ecuatoriana, siendo notable por su construcción modular, así como por su eficiencia energética.

#### **4.3.4.1 Elección del objeto de estudio**

El edificio fue seleccionado por su enfoque innovador en el diseño sostenible, su articulación volumétrica y la implementación de estrategias de ventilación e iluminación pasiva.

#### **4.3.4.2 Recopilación del material**

Los principios del diseño modular, la eficiencia operativa del diseño industrial, el uso de materiales locales y los sistemas de control pasivo del clima en el edificio fueron los más estudiados.

#### **4.3.4.3 Crítica de la información**

La Fábrica Novopan sirve como un estudio de caso de la arquitectura industrial incorporada con elementos de sostenibilidad aplicada en el contexto ecuatoriano, surgiendo como un referente nacional.

#### **4.3.4.4 Estructura del trabajo**

El énfasis está en las relaciones contemporáneas de la estructura, incluyendo los sistemas de aspectos bioclimáticos, el uso de materiales locales y la geografía de la zona que son el enfoque principal del análisis.

(Anexo 19)

### **4.4 Comparar y Contrastar**

El Edificio Administrativo y Fábrica Star Engineers, la Fábrica Fagus, la Fábrica The Plus de Vestre y la Fábrica Novopan comparten estrategias arquitectónicas que están alineadas con la sostenibilidad, la productividad o la articulación espacial, sin embargo, también existen enfoques que pueden llegar a diferir bastante significativamente en relación con factores culturales, tecnológicos y geográficos.

- Star Engineers incorpora la naturaleza en el lugar de trabajo a través del uso de patios interiores e implementa un control climático interno pasivo.
- La Fábrica Fagus diseñada por Walter Gropius es una de las construcciones de arquitectura industrial más modernas, en muestra de ello enfatiza la transparencia y la eficiencia funcional.
- El enfoque de The Plus de Vestre está en la construcción sostenible con un impacto ambiental mínimo que logra mediante el uso de ventilación natural, también utiliza la energía renovable y conexiones con el paisaje que lo rodea.
- Novopan implementa principios de eficiencia y sostenibilidad dentro del contexto ecuatoriano a través del uso de materiales locales, espacios que articulen y conecten, aparte de las técnicas de construcción modular.

A grandes rasgos, estos casos de estudio permiten establecer principios fundamentales para el diseño de fábricas sostenibles:

- Optimización de procesos productivos.
- Uso consciente de materiales.

- Eficiencia energética.
- Integración con el entorno natural y urbano.

#### **4.5 Lineamientos**

Los lineamientos para el desarrollo de una propuesta de fábrica de ladrillos sostenible, basados en el análisis previo, se estructuran en tres categorías:

##### **Lineamientos Urbanos:**

- Seleccionar emplazamientos cercanos a fuentes de arcilla y agua para reducir emisiones de transporte.
- Considerar el impacto visual y ambiental del edificio en su entorno inmediato, asegurando que se integre de manera armoniosa con el paisaje urbano.
- Adaptarse a la forma natural del talud y referenciarse a la sinuosidad de la autopista colindante.
- Ubicar las fábricas en la periferia de las ciudades para minimizar el impacto en áreas residenciales y reducir costos de transporte.
- Seleccionar ubicaciones que minimicen el impacto del transporte y faciliten el acceso a los mercados y proveedores, además de integrarse en el tejido social y cultural de la región.

##### **Lineamientos Arquitectónicos:**

- Crear áreas específicas para cada etapa del proceso de fabricación (extracción, mezcla, moldeo, secado, cocción).
- Diseñar espacios con un enfoque educativo y vivencial sobre sostenibilidad y procesos industriales, ubicarlos especialmente en zonas centrales.
- Diseño de grandes ventanales para maximizar la entrada de luz natural, reduciendo la necesidad de iluminación artificial y mejorando el ambiente de trabajo.
- Diseño modular para espacios flexibles que puedan adaptarse a futuros cambios en la producción o en las necesidades administrativas sin necesidad de grandes modificaciones estructurales.
- Esquinas acristaladas y desmaterialización del muro mediante el uso extensivo de vidrio, lo que permite la entrada abundante de luz natural y crea una mayor conexión visual entre el interior y el exterior.

##### **Lineamientos Tecnologías/procesos:**

- Priorizar tecnologías de producción más limpias, como extrusoras de bajo consumo y hornos de alta eficiencia energética.
- Incorporar hornos alternativos al horno artesanal utilizado actualmente, para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental en la cocción.
- Añadir sistema Filtrovivo reduce hasta un 95% de emisiones en hornos artesanales, mejorando el aire sin afectar la producción.
- Uso de cintas transportadoras para maximizar la eficiencia del flujo de trabajo y minimizar el tiempo de transporte interno.

## CAPÍTULO V. DIAGNÓSTICO URBANO

### 5.1. Delimitación del Área de Estudio

El cantón Chambo, ubicado en la provincia de Chimborazo, Ecuador, constituye el área de estudio seleccionada para la investigación. La delimitación comprende tanto el casco urbano principal como las zonas de influencia directa en el entorno rural inmediato, donde se concentra la actividad ladrillera artesanal, por ello esta delimitación responde a la necesidad de comprender la interacción entre el desarrollo urbano, los impactos socioambientales de la producción artesanal de ladrillos y su proyección futura, de ahí que la selección de esta área permite abordar las dinámicas territoriales, los patrones de asentamiento, el uso del suelo y la relación entre la producción económica y el crecimiento urbano.

### 5.2. Estructura

#### 5.2.1. Trazas

El levantamiento del trazado urbano en la cabecera cantonal del cantón Chambo muestra dos tipos de organización, por un lado, un trazado ortogonal regular en el centro histórico, caracterizado por manzanas cuadradas y calles rectilíneas que obedecen a patrones coloniales; por otro lado, un trazado irregular en los sectores periféricos, adaptado a la topografía existente, donde las vías siguen caminos naturales o improvisados, además, refleja la falta de planificación moderna en las nuevas expansiones, lo que genera dificultades en accesibilidad, conectividad y provisión de servicios básicos. (Anexo 20)

#### 5.2.2. Parcelario

El análisis del parcelario del cantón Chambo revela una distribución de predios heterogénea: en el núcleo central predominan **lotes regulares y pequeños**, asociados al uso residencial intensivo; mientras que en la periferia se observan **lotes más extensos e irregulares**, que corresponden en su mayoría a actividades productivas como la agricultura o la producción ladrillera.

La expansión dispersa y no planificada en los bordes ha provocado fragmentación urbana, con una estructura de parcelamiento que dificulta la dotación eficiente de infraestructura pública y servicios básicos, lo que contribuye al deterioro ambiental y a la baja calidad del espacio urbano. (Anexo 21)

### 5.3. Sistema

#### 5.3.1. Infraestructura y Servicios

La cabecera cantonal y parte del cantón Chambo cuentan con acceso a servicios básicos como agua potable, energía eléctrica y alcantarillado sanitario en la zona central urbana, sin embargo, en las áreas rurales y periféricas del cantón, la cobertura disminuye considerablemente, provocando inequidades territoriales, por consiguiente las áreas de expansión urbana carecen de una dotación adecuada de infraestructura, lo que limita el desarrollo planificado y la calidad de vida de sus habitantes, también se identifican equipamientos públicos (educativos, de salud, religiosos) distribuidos de manera dispersa, siendo insuficientes frente a las necesidades de la población creciente. (Anexo 22)

### **5.3.2. Movilidad**

La movilidad en el cantón Chambo está determinada en su mayoría por la topografía montañosa. Las vías principales de acceso son carreteras de tipo provincial que conectan Chambo con Riobamba y otras parroquias rurales. En el área urbana predomina una red de calles ortogonales en el centro histórico, mientras que en la periferia se observan calles irregulares y de menor jerarquía. El transporte público es escaso y la accesibilidad peatonal limitada en zonas de reciente urbanización. Esto implica retos para la conectividad interna y externa, incidiendo también en el acceso a servicios básicos y al mercado laboral regional. (Anexo 23)

### **5.3.3. Equipamientos**

La proximidad de los equipamientos del cantón Chambo a las fábricas de ladrillos evidencia su localización estratégica, particularmente en sectores donde se concentra la actividad artesanal y comercial.

Se identifican equipamientos educativos, religiosos, de salud y de seguridad distribuidos principalmente en el área urbana consolidada y en algunos sectores rurales cercanos. Sin embargo, la cobertura no siempre es equitativa, presentándose déficits en sectores alejados del centro urbano. (Anexo 24)

### **5.3.4. Verde y Agua**

El paisaje exterior de Chambo y la biodiversidad que se aprecia en la región, enmarcan un entorno natural que alberga importantes zonas de bosque, áreas agrícolas y cuerpos de agua como ríos y acequias, en este sentido la disponibilidad de áreas verdes es crítica para garantizar la sostenibilidad ambiental y mejorar la calidad de vida de los habitantes, por otro lado se observan bosques principalmente en las zonas rurales altas, mientras que los cursos de agua siguen las pendientes naturales del terreno. (Anexo 25)

### **5.3.5. Zonas**

En el cantón Chambo, la mayor extensión territorial está ocupada por suelo destinado a conservación y producción agrícola, mientras que las zonas de expansión urbana son relativamente limitadas, en consecuencia, esto evidencia la necesidad de planificar adecuadamente la gestión del territorio, garantizando la protección de recursos naturales y promoviendo un desarrollo urbano sostenible. (Anexo 26)

### **5.3.6. Uso de Suelo**

El uso del suelo predominante en el cantón está orientado a la conservación ambiental y producción agropecuaria, dejando en menor proporción el uso residencial, comercial e industrial. La correcta distribución del suelo permite identificar oportunidades y limitaciones para futuros desarrollos, considerando la compatibilidad con los usos existentes y la vocación natural del territorio. (Anexo 27)

### **5.3.7. Topografía**

Las curvas de nivel cada 20 m evidencian que la topografía del cantón Chambo presenta zonas onduladas y quebradas. Esta condición genera limitaciones para el asentamiento humano en

ciertas áreas, así como retos para la movilidad y el acceso a los servicios básicos. La comprensión de la topografía es fundamental para definir las zonas más aptas para la producción y la ocupación urbana, evitando riesgos por pendientes muy pronunciadas. (Anexo 28)

#### **5.3.8. Pisos altitudinales**

El patrón de pisos altitudinales, con una altitud promedio de 2 750 m.s.n.m., evidencia variaciones en el clima, la vegetación y los tipos de uso de suelo.

El cantón Chambo presenta zonas distribuidas entre los 2 200 y 3 600 metros, donde se identifican áreas aptas para cultivos, conservación ambiental y expansión urbana en función de las condiciones climáticas y de suelo. Estos factores son fundamentales para diseñar estrategias de planificación que respeten la diversidad ecológica del territorio. (Anexo 29)

### **5.4.Fenomenología**

#### **5.4.1. Cohesión y Dispersión**

La mayor cohesión social se concentra en las cabeceras cantonales, que agrupan asentamientos más estables, consolidados y con mejor acceso a servicios básicos.

En contraste, las zonas rurales presentan un patrón disperso de ocupación debido a la actividad agrícola y la disponibilidad de recursos naturales.

Esta fragmentación genera retos para el acceso equitativo a servicios básicos, transporte y equipamientos, al tiempo que revela dinámicas de migración y ocupación del suelo vinculadas al crecimiento urbano y económico del cantón Chambo.

Se vuelve necesario fortalecer las estrategias de integración territorial para reducir las brechas de desarrollo entre las zonas urbanas y rurales. (Anexo 30)

#### **5.4.2. Eventos**

En el cantón Chambo existen lugares destinados a realizar los procesos productivos, actividades religiosas, ferias y eventos comunales, que fomentan la cohesión social y fortalecen las redes de interacción local, en tal sentido estos espacios de encuentro, distribuidos principalmente en el centro poblado, contribuyen a reforzar las identidades locales y generar oportunidades de desarrollo económico y cultural, sin embargo, las zonas rurales muestran una menor concentración de estos eventos, lo cual evidencia la necesidad de descentralizar actividades culturales y económicas hacia el área rural para favorecer su participación y dinamismo. (Anexo 31)

#### **5.4.3. Percepción**

##### **Ruido**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica como: ruido cualquier sonido que exceda los 65 decibelios (dB), ruido perjudicial si supera los 75 dB y doloroso por encima de los 120 dB. El ruido generado por la prensa extrusora en las fábricas de ladrillos, con y sin horno, a 5 m a la redonda es audible con 147 dB y a un radio de 10 m es percibido con 71 dB (medidas tomadas con un sonómetro), lo que indica una significativa propagación sonora que puede afectar la calidad de vida de los residentes y trabajadores cercanos, ya que esta constante

exposición al ruido industrial puede causar molestias y estrés, además de interferir con la tranquilidad de la comunidad, pues en ocasiones laboran en horas de la madrugada. (Anexo 32)

### **Humo**

El humo generado por las ladrilleras con hornos va en dirección este a suroeste, además es visible hasta 200 metros del horno, se dispersa en el ambiente, afectando la calidad del aire y la salud respiratoria de la población. Las emisiones incluyen material particulado y gases nocivos como monóxido de carbono (CO), que agravan la contaminación atmosférica.

El mayor impacto se localiza en las zonas donde existe una mayor concentración de fábricas artesanales, influyendo tanto en las áreas habitadas como en el entorno rural inmediato. Por tanto, se requiere el planteamiento de mecanismos de control de emisiones, así como la promoción de tecnologías de producción más limpias y sostenibles. (Anexo 33)

## **5.5.Riesgos**

### **5.5.1. Amenazas por Inundación**

La susceptibilidad a inundaciones en el cantón Chambo está principalmente asociada a las áreas cercanas a las cuencas de los ríos y a zonas de baja altitud, por ello se han identificado sectores vulnerables donde el riesgo se incrementa debido al crecimiento urbano desordenado y la alteración de los cauces naturales, así pues en el mapa evidencia las áreas de mayor susceptibilidad, siendo necesario establecer políticas de ordenamiento territorial que consideren zonas de protección hídrica y restricciones en el uso del suelo para prevenir riesgos futuros. (Anexo 34)

### **5.5.2. Amenazas por Deslizamiento**

En cuanto a deslizamientos, los riesgos se concentran en las laderas y pendientes pronunciadas del cantón. Las zonas más críticas se ubican al borde de las zonas urbanas y en áreas rurales de alta pendiente, donde los procesos erosivos naturales se agravan por las actividades antrópicas como la deforestación y la construcción informal. Es prioritario establecer mecanismos de control de ocupación en estas áreas, así como planes de mitigación mediante reforestación y estabilización de suelos. (Anexo 35)

## **5.6.Conclusiones**

### **5.6.1. Trazado, Parcelario y Uso del Suelo**

El crecimiento actual del cantón Chambo se caracteriza por un trazado urbano de morfología ortogonal que facilita la movilidad en la zona céntrica, pero con parcelaciones irregulares en los sectores periféricos, por otra parte el uso predominante del suelo es agrícola, especialmente hacia las áreas rurales, mientras que el centro urbano presenta un uso residencial consolidado, aunque con presiones crecientes para el cambio de uso del suelo debido al crecimiento poblacional y a la industria ladrillera. (Anexo 36)

### **5.6.2. Equipamiento y Movilidad**

La proximidad de equipamientos como centros educativos, de salud y comerciales es adecuada en el centro de Chambo, mientras que las zonas periféricas presentan déficit de servicios. La movilidad vehicular principal está dada por un sistema de vías arteriales que conecta con

los centros urbanos mayores, pero internamente predominan vías de baja jerarquía que en muchos casos se encuentran en condiciones deficientes, afectando la accesibilidad. (Anexo 37)

### **5.7. Verde, Agua, Humo y Ruido**

El cantón Chambo posee una importante cobertura de espacios verdes agrícolas, principalmente destinados al cultivo, lo que caracteriza su entorno rural. Sin embargo, la presencia de humo proveniente de las fábricas ladrilleras, así como la percepción de ruido en ciertas áreas de alta concentración industrial, afectan la calidad ambiental y la percepción de confort del entorno. (Anexo 38)

### **5.8. Encuestas**

#### **5.8.1. Metodología de la Encuesta**

Se aplicó un instrumento de recolección de datos a partir de un cuestionario estructurado para identificar los impactos de las fábricas de ladrillos en la salud, el ambiente y la calidad de vida de los habitantes del cantón Chambo.

La fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra se basó en:

$$n = \frac{(258) * (1.645)_{\infty}^2 * (0.5) * (0.5)}{(0.1)^2 * (258 - 1) + (1.645)_{\infty}^2 * (0.5) * (0.5)}$$

$$n = 53.7$$

Se definió una muestra de **53 fábricas ladrilleras**.

#### **5.8.2. Resultados de la Encuesta**

Se presentan los principales hallazgos obtenidos:  
(Anexo 39)

### **5.9. Conclusiones del Diagnóstico Urbano**

El cantón Chambo refleja una dualidad entre planificación urbana y expansión espontánea, pero si bien existe una estructura vial consolidada en el centro poblado, hacia las periferias predomina un crecimiento disperso que responde más a dinámicas sociales y económicas que a un proceso ordenado, por lo tanto esta situación genera problemas de accesibilidad, movilidad y conectividad; además se evidencia una presión significativa sobre los recursos naturales, en especial sobre el suelo agrícola y las fuentes de agua, a pesar de ser un importante contribuyente a la economía local, las industrias ladrilleras han aumentado la explotación de arcilla, agua y madera, lo que ha llevado a notables emisiones de contaminantes, degradación del suelo y cambios perjudiciales en la calidad del aire.

Para la infraestructura urbana, hay una concentración de edificios de servicios básicos en el núcleo del cantón y una escasa distribución en las áreas rurales, en consecuencia esta disparidad es pronunciada en áreas con poblaciones más reducidas donde predominan las actividades artesanales de ladrilleras, sumado a ello los riesgos ambientales, principalmente inundaciones y deslizamientos, afectan a varias zonas del cantón, exacerbados por la ocupación de áreas inadecuadas y la falta de control en el uso de suelo.

Al fin, la percepción de las personas involucradas en la industria artesanal de ladrillos, muestran una preocupación más intensa sobre el impacto ambiental y social que tiene la

actividad ladrillera, pese a que esta actividad representa una fuente importante de empleo y de ingresos para varias familias, también hay un acuerdo común de que se debería tecnificar más la producción, mejorar los procesos laborales y, en general, mitigar el impacto sobre el medio físico y urbano.

Por esa razón, se concluye que el desarrollo futurista del cantón de Chambo debe enfocarse en estrategias de ordenación territorial que integren progreso económico y conservación, promoviendo la sustentabilidad, el avance de los sistemas de infraestructura, la equidad en la dotación de servicios esenciales, así como la conservación de los recursos naturales y culturales del lugar.

## **5.10. Estrategias**

### **5.10.1. Densidad Poblacional, Materia Prima y Verde**

Teniendo en cuenta la densidad de población, la distancia de las fuentes de materias primas y las ubicaciones de los espacios verdes, se integra un enfoque eco-regional que busca equilibrar la actividad de la fabricación de ladrillos y la protección del medio ambiente.

Es necesario redirigir la expansión de la industria de fabricación de ladrillos hacia áreas que tienen una menor sensibilidad ecológica para aliviar el impacto en las tierras agrícolas productivas y las fuentes de agua.

La reubicación parcial del estilo de producción de talleres artesanales, así como la adopción de mejores políticas de producción, ayudará a salvaguardar porciones importantes de tierras agrícolas y los sistemas naturales que sustentan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Al mismo tiempo, se llevarán a cabo proyectos destinados a rehabilitar áreas ecológicamente degradadas a través de la reforestación con especies nativas para asegurar la recuperación del paisaje y la remediación de los impactos ambientales a largo plazo. (Anexo 40)

### **5.10.2. Ejes Estructurantes**

Los ejes del sistema de estructuras fueron diseñados para controlar el patrón de crecimiento urbano y mejorar la conectividad entre las áreas de producción de ladrillos y las zonas urbanas centrales del cantón, además, la propuesta tiene como objetivo crear nuevos segmentos que se vinculen a zonas clave de producción y comercialización, facilitando viajes más eficientes, reduciendo así los costos y el tiempo asociados con el transporte, es así que esta propuesta está destinada a proteger y mejorar la posición competitiva de la industria local aumentando la eficiencia del desarrollo de la producción de ladrillos, asegurando al mismo tiempo la accesibilidad a los servicios básicos para la población y promoviendo una ocupación territorial mejor organizada y más resiliente. (Anexo 41)

### **5.10.3. Franjas**

Considerando los Ejes viales Estructurantes se plantean las Franjas urbanas con el objetivo de estructurar un modelo urbano en el que cada franja responde a una función específica dentro del sistema productivo y ambiental del cantón Chambo. (Anexo 42)

- **Franjas Industriales**

Compuesto de 3 franjas industriales se propone un sistema operacional para potenciar la industria ladrillera, en donde, la franja de Investigación aprovecha su cercanía a la materia prima para desarrollar innovaciones tecnológicas respecto al proceso de producción; la segunda

franja de distribución al estar cercana a materia prima se encargaría de transportar insumos a las otras franjas y a su vez al estar cerca del eje pecuario podría llevar a la franja de investigación otro tipo de materia prima como residuos orgánicos, materiales biodegradables u otros para explorar modos de fabricación sostenible para productos derivados; la tercera franja destinada a Gestión actuará como articulador, puesto que al encontrarse junto al eje de conectividad funcionará como núcleo administrativo y logístico, por un lado recibe avances tecnológicos asegurando que se conviertan en estrategias operativas efectivas, por otro lado, obtiene la materia prima para la producción tradicional de ladrillos, es así que es consolidado un sistema industrial funcional con cohesión que se retroalimenta.

Esta modalidad de ordenación territorial también permite la adopción de políticas de control y seguimiento que aseguren la sostenibilidad en el tiempo de la actividad ladrillera, integrada al desarrollo urbano y la conservación del paisaje rural. (Anexo 43)

- **Organigramas Espaciales**

(Anexo 44)

- **Franja Industrial de Gestión**

Considerando la normativa de Subzonas de Equipamientos de Administración y Comercio de Chambo, su Franja Industrial de Gestión la ubica como zona de consolidación productiva de interés estratégico, de este modo esta zona tiene como ventaja su proximidad a vías de primer orden, lo que permite mayor facilidad en el desplazamiento de las mercancías, así como el hecho de estar ubicada en una zona con pendientes favorables y distancia prudente, evitando las áreas de mayor concentración residencial, para mitigar los conflictos de uso del suelo.

Esta Franja industrial propone el reordenamiento progresivo de dispersas ladrilleras con la finalidad de reubicar a estos sectores hacia un espacio organizado y planificado, donde se fomenten y se establezcan nuevas políticas de producción limpia, uso eficiente de los recursos y reducción de emisiones contaminantes; también en este sector se promoverá la dotación de infraestructura básica adecuada (agua, energía, vialidad) y la formalización de las actividades productivas, mejorando las condiciones laborales de los trabajadores y potenciando la competitividad de la industria ladrillera local; así, la Franja Industrial de Gestión no solo responde a una necesidad de ordenamiento territorial, sino que también contribuye a la sostenibilidad del entorno y al bienestar social del cantón. (Anexo 45)

## **CAPÍTULO VI. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA**

### **6.1 Propuesta**

con la finalidad de culminar el presente proceso investigativo y proyectual, la siguiente propuesta arquitectónica responderá a las necesidades funcionales, sociales, productivas y ambientales mediante una Fábrica de ladrillos que funciona como Centro de Gestión en una de las franjas industriales dentro del Cantón Chambo planteadas previamente.

### **6.2.Partido Arquitectónico**

Para diseñar el proyecto se ha tomado como partido la distribución de las zonas necesarias dentro de la propuesta.

- Gestión
- Producción
- Complementaria

La forma nace desde un criterio funcional y jerárquico que tiene la intención de organizar los espacios según los requerimientos operativos y niveles de interacción. La zona de producción está implantada de manera predominante, con el objetivo de reflejar su papel central en la propuesta arquitectónica y facilitando el acceso directo de materias primas y a su vez la salida del producto terminado, la forma en “L” abierta que se genera en el conjunto funciona como patio productivo central o zona de carga y maniobra, fortaleciendo la lógica industrial del diseño; a su lado, pero claramente diferenciada, se sitúa la zona de gestión, permitiéndole un control visual y operativo inmediato hacia el área productiva sin interferir de modo directo con en el flujo de trabajo, garantizando así la eficiencia administrativa; a continuación, la zona complementaria se posiciona de forma articulada entre ambos, funcionando como un conector flexible que albergará espacios de servicio, apoyo técnico, vestidores, zonas de descanso, esto con la finalidad de generar una transición fluida entre las áreas técnicas y operativas. Además, esta disposición de espacios también facilita una clara zonificación para una circulación eficiente, control de accesos.

La dirección del viento ha sido considerada para la distribución de las zonas, de este modo es planteada la ventilación cruzada dando lugar a la corriente de aire que viene en dirección este a suroeste, eludiendo así la concentración de calor. Existen preexistencias verdes, mismas que se mantienen y se pretende reforzarlas para que funcionen como barrera, especialmente hacia el este para minimizar la velocidad del aire, pero sin bloquear el flujo del viento, además serán integrados corredores verdes como amortiguamiento de acústico; además esta distribución permite la adaptabilidad a futuros cambios, puesto que facilita su expansión modular, sin alterar la organización ni comprometer las actividades existentes. (Anexo 46)

### **6.3.Programa y organigrama funcional**

(Anexo 47)

### **6.4.Emplazamiento**

(Anexo 48)

## **6.5.Implantación**

(Anexo 49)

## **6.6.Planta Baja General**

(Anexo 50)

## **6.7.Planta Alta General**

(Anexo 51)

## **6.8.Secciones**

(Anexo 52)

## **6.9.Fachadas**

(Anexo 53)

## **6.10. Detalles constructivos**

(Anexo 54)

## **6.11. Sistema Constructivo**

(Anexo 55)

## **6.12. Materialidad acabados de pisos**

(Anexo 56)

## **6.13. Instalaciones de Agua Potable**

(Anexo 57)

## **6.14. Instalaciones de Aguas Servidas**

(Anexo 58)

## **6.15. Instalaciones Eléctricas**

### **6.15.1. Circuito Tomacorriente**

(Anexo 59)

### **6.15.2. Circuito de Iluminación**

(Anexo 60)

### **6.15.3. Circuito Especial y de Emergencia**

(Anexo 61)

## **6.16. Evacuación**

(Anexo 62)

**6.17. Catálogo de Hornos eficientes en la industria ladrillera**  
(Anexo 63)

**6.18. Biodigestor**  
(Anexo 64)

**6.19 Cuadro Comparativo de la Situación Actual vs Propuesta**  
(Anexo 65)

**6.20 Visuales**  
(Anexo 66)

## CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

En conclusión el estudio del estado actual de la industria ladrillera artesanal del Cantón Chambo revela un modelo productivo arraigado principalmente en técnicas tradicionales artesanales que, si bien forman parte de la identidad cultural local, demuestran deficiencias como la dispersión territorial de las fábricas, el uso intensivo de materia prima como combustible de leña, la quema ineficiente y contaminante en hornos rudimentarios, pues son generadas emisiones de gases perjudiciales, causando la degradación ambiental, a su vez, las condiciones laborales resultan precarias, brindando un panorama que exige cambio tecnológico y reestructuración de estas unidades para garantizar procesos más limpios y entornos de trabajo dignos. Respecto a los casos de estudio y de repertorios arquitectónicos industriales se evidenció que la adopción de tecnologías eficientes, contribuyen primordialmente a optimizar el consumo energético y reducir las emisiones. Es así que la indagación recopilada demostró que la tecnificación, acompañada de un enfoque de respeto por el material y el entorno, no solo mejora la calidad del producto final, sino que también dignifica la labor de los artesanos y fortalece el estado socioeconómico al incentivar una producción más competitiva y sostenible. En cuanto al diagnóstico urbano se concluyó en la necesidad de un ordenamiento normativo que territorialice las actividades de las fábricas ladrilleras, mediante una propuesta urbana de franjas industriales que buscan ordenar el crecimiento disperso y desarticulado de la actividad ladrillera, reduciendo así el impacto negativo sobre el entorno, además de la constitución de una Asociación Cantonal de Ladrilleros como un estructura clave para coordinar las actividades colectivas como la obtención de materia prima, desarrollar el diálogo con las autoridades municipales y provinciales, de este modo se consolidará un modelo de gobernanza compartida y de participación ciudadana, impulsando la cohesión social y el desarrollo del Cantón Chambo. En definitiva, la propuesta arquitectónica presenta un centro de gestión, capaz de integrar energía renovable como el biogás generado en un biodigestor, sistemas de filtración de emisiones tipo Filtrovivo, ventilación cruzada y espacios de trabajo ergonómicos, el uso de celosías de ladrillo como sistema de enfriamiento interior en el área productiva y muros dobles con cámara de aire para el ruido, asimismo la forma y la estructura permiten futuras expansiones sin comprometer la operatividad. De este modo, se configura un prototipo de fábrica resiliente, eficiente y responsable con el entorno del Cantón Chambo.

## 7.2 Recomendaciones

Con el objetivo de fortalecer la dignidad laboral y la gestión de recursos en la industria ladrillera del Cantón Chambo, se recomienda la regularización y modernización de las fábricas de ladrillos, mediante auditorías de permisos ambientales e industriales, seguida de la instalación de sistemas de control y filtración de emisiones de gases perjudiciales, como el planteado en la propuesta, el sistema de filtros de partículas Filtrovivo; también el uso de maquinaria más eficiente energéticamente, como el horno túnel, cuyo combustible es el biogás generado en un biodigestor. A través de estas prácticas no solo habrá una reducción en la huella ecológica del proceso productivo, sino que también mejorarán las condiciones de trabajo y la competitividad de las ladrilleras en el mercado regional e incluso nacional. A su vez se recomienda diseñar e implementar un Plan de Gestión Ambiental, donde de manera técnica estén incluidos: el manejo de aguas pluviales, la separación y valoración de residuos sólidos, además de un riguroso monitoreo de la calidad del aire. Por otro lado, es recomendable la inclusión en el Programa de Uso y Gestión de Suelo (PUGS), una zonificación clara de las zonas productivas. También la creación de una sola asociación de ladrilleros del Cantón Chambo, ya que esta organización colectiva facilitará compras conjuntas de materia prima, la gestión de nuevas tecnologías y la negociación de incentivos municipales, de este modo convertirá al nuevo centro de gestión en un referente documentado de eficiencia y sostenibilidad, replicable en industrias de este tipo en otros cantones con características similares.

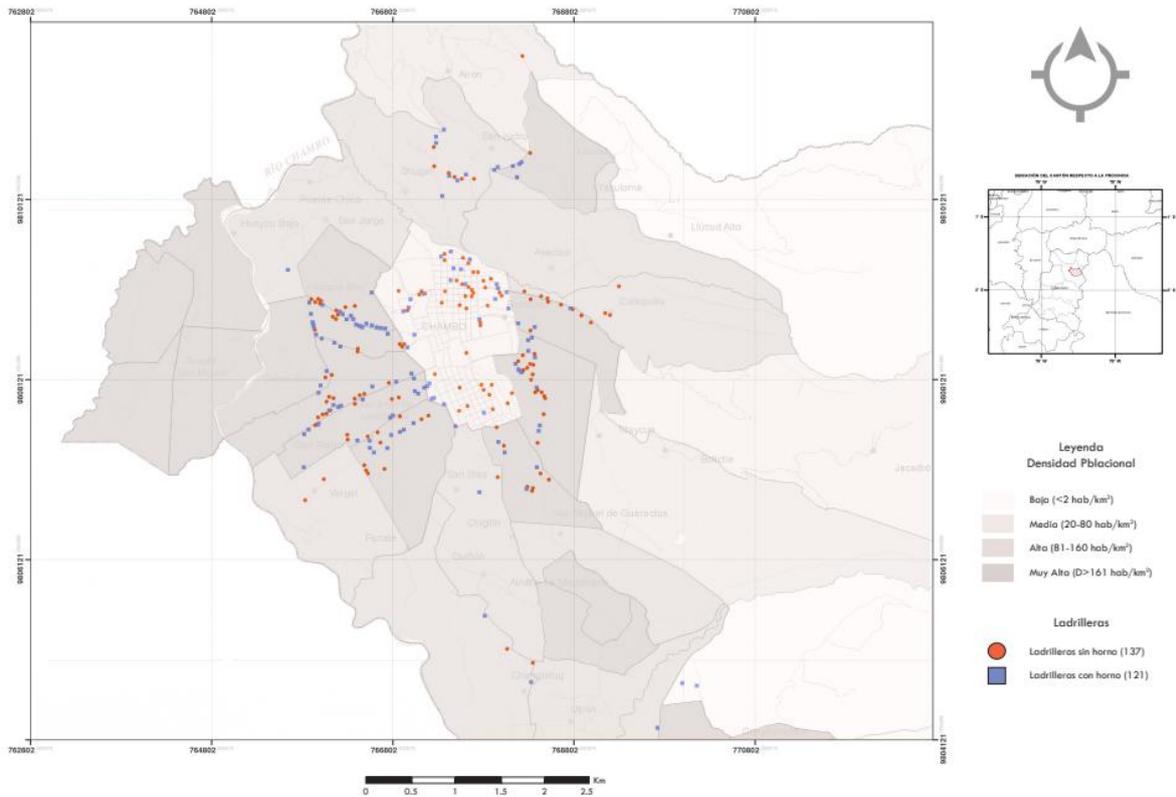
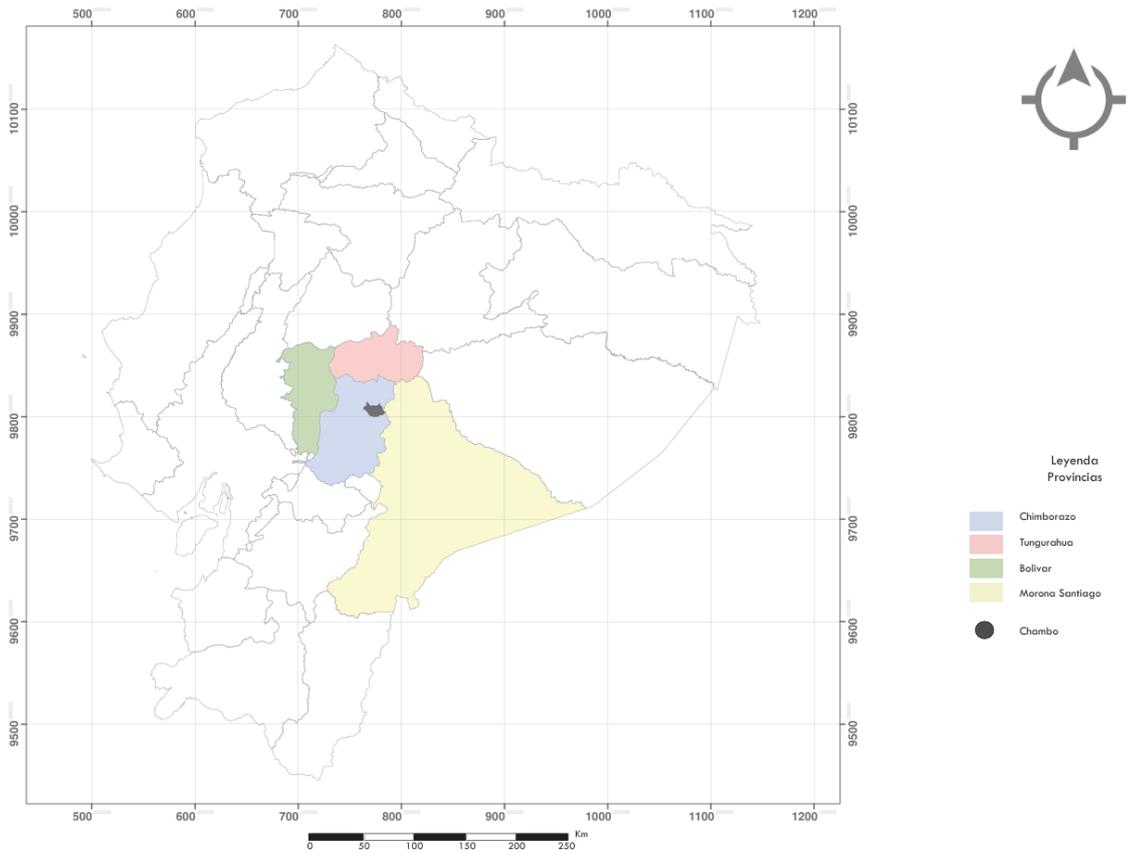
## BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, C. A. E., & Pompilio, A. C. M. (2024). Digitization of Media and Public Management: The Case of the Gabriela Mistral Cultural Center. *Periferica Internacional*, 2024(25), 158–181. <https://doi.org/10.25267/Periferica.2024.i25.19>
- Augusto, P. D. S., da Silva, C. P. G., Santos, T. C. F., Ennes, L. D., Paiva, C. F., & Filho, A. J. de A. (2024). Health Management of an HIV Testing and Counseling Center: Nursing Contributions. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 77(1). <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2023-0217>
- Cáceres, K. X. D., Delgado, L. J. V., & Estrada, N. R. (2021). ANALYSIS OF THE PROVINCIAL MUNICIPAL MANAGEMENT (2011-2014) IN THE SG-1 SECTOR (CORE OF THE HISTORICAL CENTER OF CUZCO). *Devenir (Peru)*, 8(15), 95–116. <https://doi.org/10.21754/devenir.v8i15.983>
- Carruthers, L. M. (2024). *Arquitectura infraestructural: Pragmatismo en la práctica contemporánea*.
- Coto-Cedeño, W., Centeno-Morales, J., & Zúñiga-Arias, Y. (2023). COMMUNITY PARTICIPATION AND CITIZEN STRATEGIES FOR DISASTER RISK MANAGEMENT. LOCAL EXPERIENCES FOR SUSTAINABILITY IN PANDORA OESTE, EL VALLE LA ESTRELLA, LIMÓN, COSTA RICA. *Revista de Estudios Latinoamericanos Sobre Reduccion Del Riesgo de Desastres*, 7(1), 174–185. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i1.115>
- Duarte, K. de A., Lopes, J. C. de J., Araújo, G. C. de, Vasconcelos, A. M. de, & Barbosa, A. T. R. (2024). Avaliação da infraestrutura cicloviária: uma proposta voltada à mobilidade urbana inteligente e sustentável. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 13(1), e25174. <https://doi.org/10.5585/2024.25174>
- Fernandez, E. (2024). *Tapiola ciudad azul: geografías e imaginarios del agua en la propuesta urbana de Aarne Ervi*. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_](https://doi.org/10.26754/ojs_)
- Gómez Mendoza, M. J., Jaramillo Montaña, F. M., Estrella Gaibor, C. E., & Núñez Gamboa, J. J. (2022). Analysis of the administrative management and quality of the emergency service of the San Rafael de Esmeraldas Type C Center 2020. *Sapienza*, 3(5), 69–80. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i5.446>
- Gonzalez, I., Thome, H., Osorio, M., & Pastor, M. (2024). *Modelo de gestión para el turismo rural comunitario. Empoderamiento y desarrollo local sustentable en el centro de México*.
- Inca, J. (2024). “PROPUESTA PARA LA REVITALIZACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE RIOBAMBA EN EL MARCO DE CIUDAD UNIVERSITARIA.”
- Junta de Andalucía. (2023). *Investigaciones en vivienda, arquitectura, rehabilitación y patrimonio arquitectónico*.
- Kennedy, A. (2024). *América Latina: Espacios urbanos, arquitectónicos y visuales en transición*.
- Lona Miranda, Z., Torres Salazar, M. del C., & Romero Aguilar, M. (2022a). Áreas de oportunidad para implementar un Sistema de Gestión Ambiental en un Centro de Investigación. *RAN. Revistas Academia y Negocios*, 8(2), 209–220. <https://doi.org/10.29393/ran8-13aozm30013>
- Lona Miranda, Z., Torres Salazar, M. del C., & Romero Aguilar, M. (2022b). Áreas de oportunidad para implementar un Sistema de Gestión Ambiental en un Centro de

- Investigación. *RAN. Revistas Academia y Negocios*, 8(2), 209–220. <https://doi.org/10.29393/ran8-13aozm30013>
- Lopes Gonçalves, F., & Francisco Guelfi Campos, J. (2025). *Um centro de memória e os desafios da gestão de documentos: o caso do Centro de Memória da Fundação Dom Cabral*. 17(2), 223. <https://doi.org/10.26512/rici.v17.n1.2024.52780>
- Maciá, M. E., & Rolando, A. (2023). Variación del módulo de Young de un elemento de fábrica de ladrillo sometido a altas temperaturas. *Materiales de Construcción*, 63(309), 105–116. <https://doi.org/10.3989/mc.2012.02311>
- Marcos Sánchez, R., Recalde-Esnoz, I., & Ferrández Vega, D. (2022). Challenges for School Management Teams in Times of Pandemic COVID-19. *International and Multidisciplinary Journal of Social Sciences*, 11(3), 1–26. <https://doi.org/10.17583/rimcis.10793>
- Maroto, M. F., Rodríguez, M. A., Sánchez, V. A. L., López Bragado, D., & González, E. R. (2022). Neighbourhood Information Model (NIM) for urban regeneration: a methodological approach. *ZARCH*, 19, 170–183. [https://doi.org/10.26754/OJS\\_ZARCH/ZARCH.2022196924](https://doi.org/10.26754/OJS_ZARCH/ZARCH.2022196924)
- Mercado-Reyes, M., Malag on-Rojas, J., Rodríguez-Barraquer, I., Zapata-Bedoya, S., Wiesner, M., Cucunub, Z., Guillermo Toloza-P erez, Y., Hern andez-Ortiz, J. P., Acosta-Reyes, J., Parra-Barrera, E., Antonio Ib, E., Pinilla, nez, Quinche, G. G., Mu, L., Rubio, V., Galindo-Borda, M., Osorio-Vel azquez, E. G., Berm udez-Forero, A., Pinto-Chac on, N., ... Ospina-Martínez E T P, M. T. (2022). Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 antibodies in Colombia, 2020: A population-based study. *The Lancet Regional Health - Americas*, 9, 100195. <https://doi.org/10.1016/j>
- Murillo, P. (2020). “*EVALUACIÓN ESPACIO – TEMPORAL DE LA PERDIDA DE CARBONO ORGÁNICO OCASIONADA POR LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS EN EL CANTÓN CHAMBO.*”
- Pascual, J. L. (2024). Scientific culture, knowledge production and regional interests: information management in the context of development policies (Bahía Blanca, 1962-1976). *Palabra Clave (La Plata)*, 13(2). <https://doi.org/10.24215/18539912e215>
- Pérez-Gálvez, F., Rodríguez-Liñán, C., & Rubio, P. (2023). Determinación de las características mecánicas de los muros de fábrica de ladrillo en la arquitectura doméstica sevillana de los siglos XVIII Y XIX. *Informes de La Construcción*, 61(514), 19–28. <https://doi.org/10.3989/ic.06.001>
- Reyes, E., Casati, M. J., & Gálvez, J. C. (2021). Estudio de la fisuración de la fábrica de ladrillo con un modelo de fisura cohesiva. *Materiales de Construcción*, 61(303), 431–449. <https://doi.org/10.3989/mc.2010.57910>
- Tello, A. (2024). *Diseño arquitectónico de un terminal terrestre en el cantón Catamayo con principios de passive house.*
- Valero, F. S., & Messineo, P. G. (2022). Lithic resource management at the Laguna Giaccone archaeological locality, central Pampean Dunefields, during the Late Holocene. *Intersecciones En Antropología*, 23(2), 297–315. <https://doi.org/10.37176/iea.23.2.2022.779>

# ANEXOS

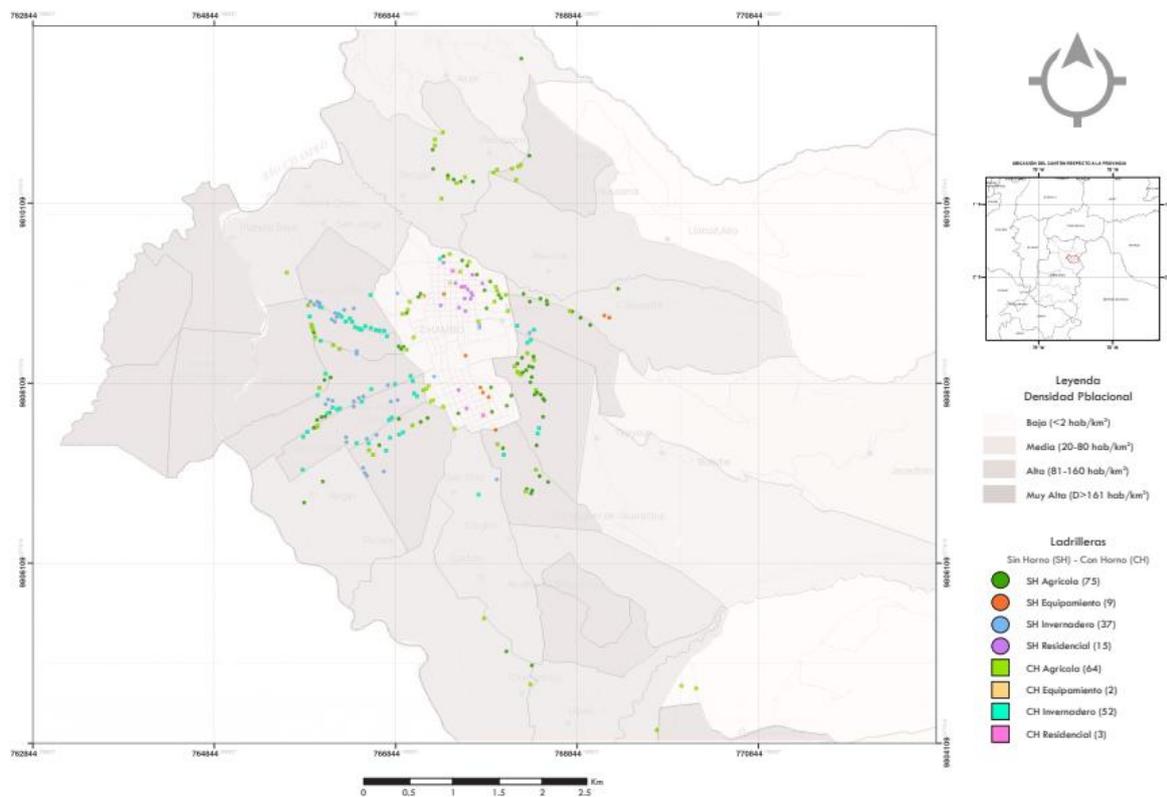
## Anexo 01



## Anexo 02

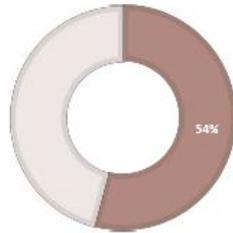


## Anexo 02

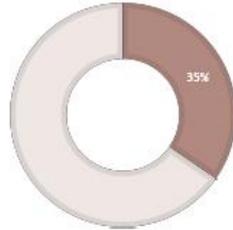


## Anexo 03

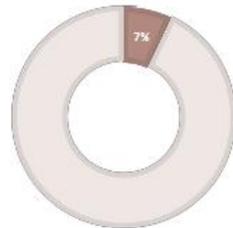
Ladrilleras junto a suelo agrícola



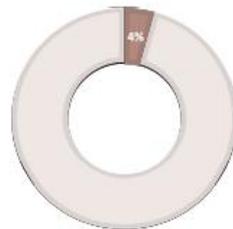
Ladrilleras junto a Invernaderos



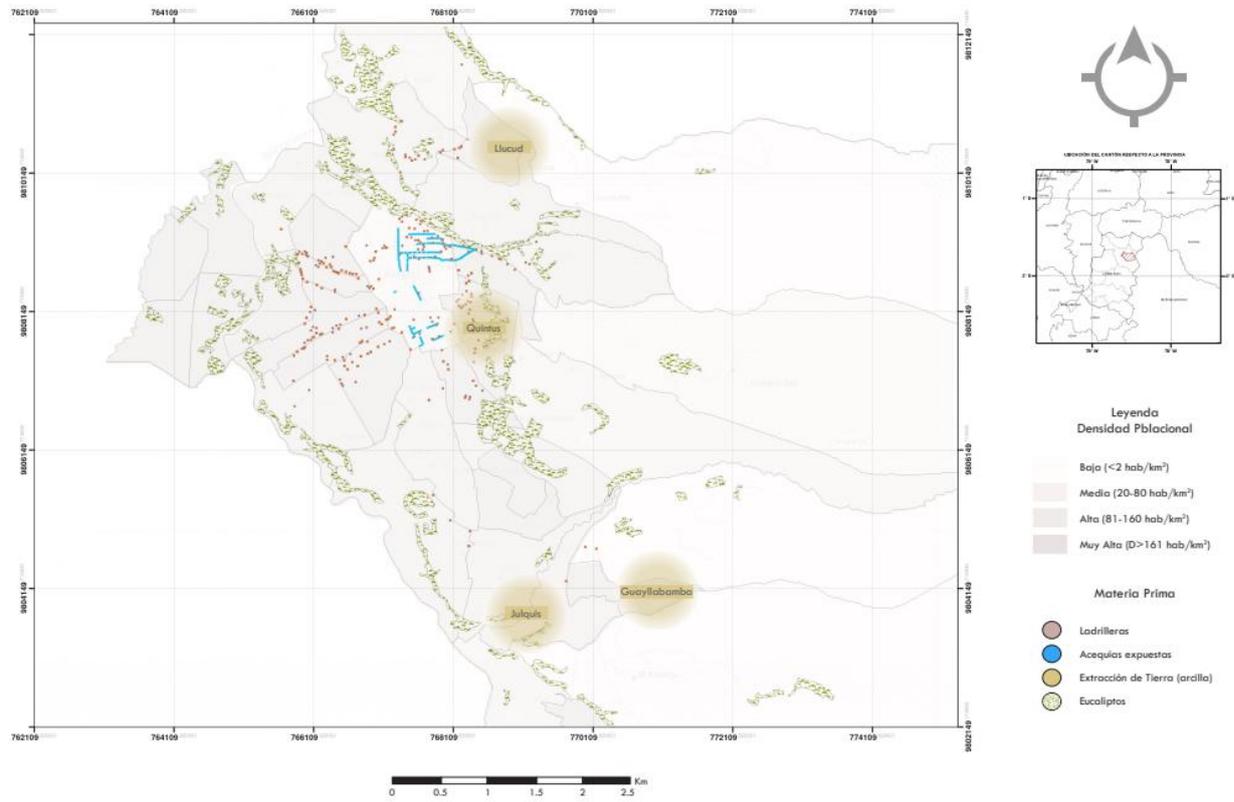
Ladrilleras junto a suelo residencial



Ladrilleras junto a equipamientos



# Anexo 04



# Anexo 05



## Anexo 06

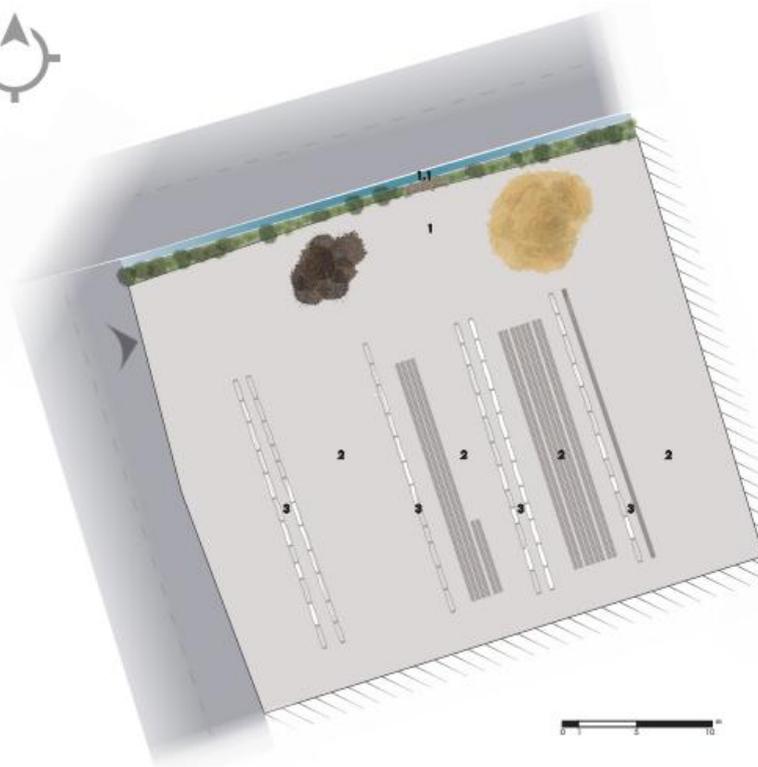


Figura 18. Proceso de elaboración del ladrillo, 2024

## Anexo 07



## Anexo 08



- 1. Materia prima y zona de preparación
- 1.1. Acequia
- 2. Patios de secado
- 3. Rumas

## Anexo 09



- 1. Materia prima y zona de preparación
- 1.1. Pozo de agua
- 2. Patios de secado
- 3. Rumas
- 4. Horno
- 5. Leña (madera de eucalipto).

## Anexo 10



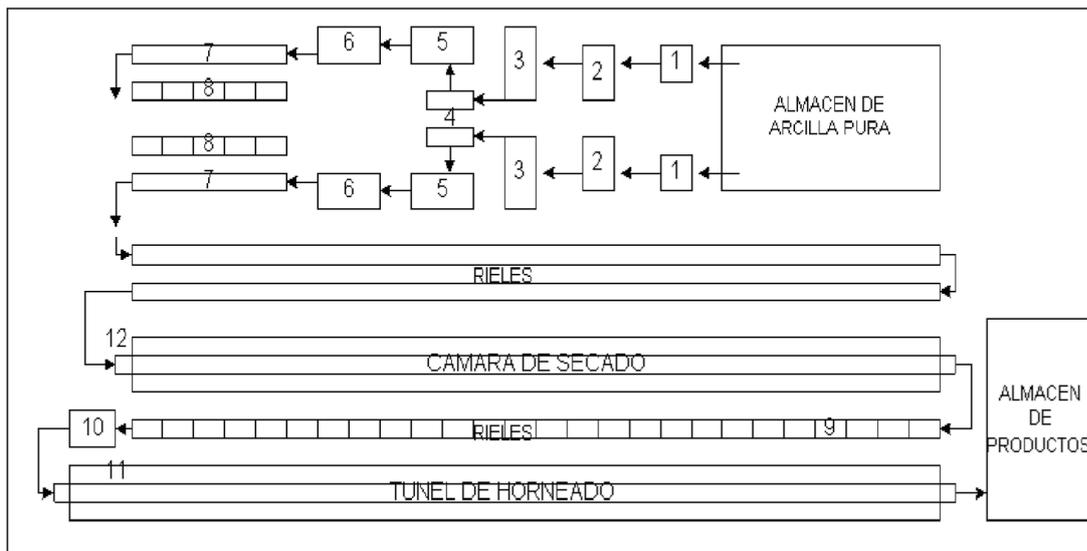
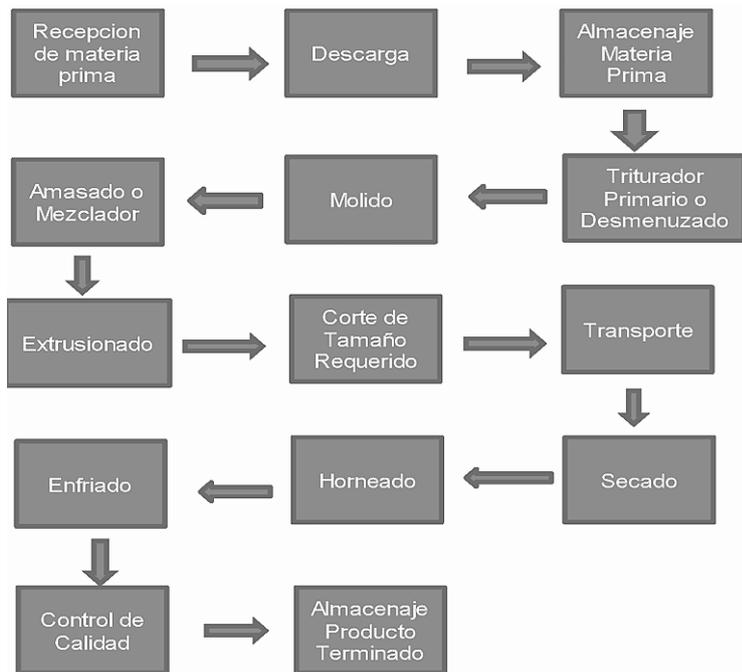
## Anexo 11



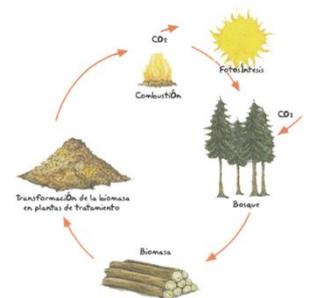
## Anexo 12

Especificaciones técnicas	Horno Túnel Hoffman	Horno Colmena
Clasificación según el tipo de proceso	Horno continuo	Horno intermitente
Capacidad	1.000.000 piezas	10.000-20.000
Ciclo de quema	5 horas	1.8 días
Cantidad de quemas al mes	30	10
Dimensiones		
Alto	2.50	3m
Ancho	2.50	3 m
Longitud	60	6 m
Consumo de energía	74.570 kw/h	-
Eficiencia térmica	88%	52%
Porcentaje de pzas de primera calidad	>95%	75%
Porcentaje de perdidas	< 2%	4%
Consumo de carbón	4,7 kg /kg arcilla	10 kg /kg arcilla
Temperaturas de cocción	850 - 900 °C	1000 °C
Cantidad de CO2 que emite	260 mg/Nm3	550mg/Nm3
N° operarios requeridos	8	14

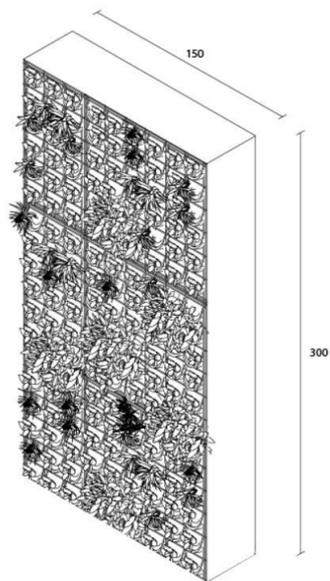
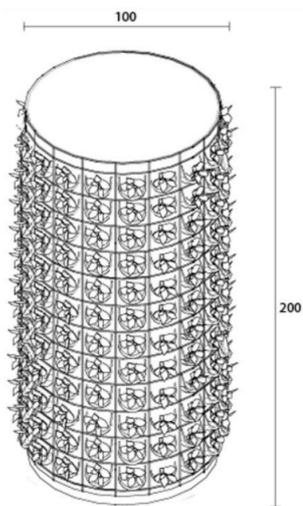
### Anexo 13



### Anexo 14



## Anexo 15



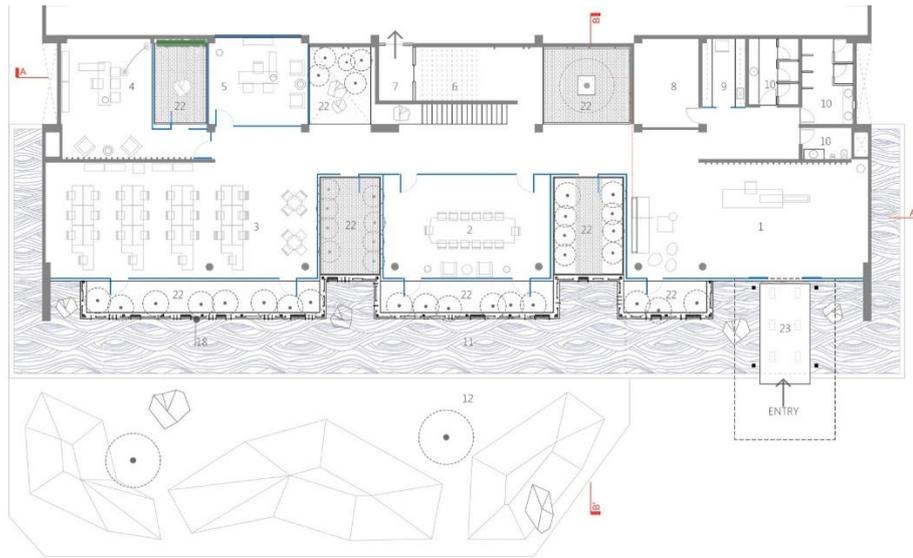
<b>Filtro vivo Formato Tótem Industrial</b>		
Parámetro	Unidad	Valor
Alto	[cm]	200
Diámetro externo	[cm]	100
Área de Filtrado	[m <sup>2</sup> ]	6,3
Caudal máximo de gases por filtrar	[m <sup>3</sup> N/hr]	630
Diámetro tubo de alimentación	[pulgadas]	6
Temperatura máxima del gas	[°C]	35
Eficiencia de filtrado de MP	[%]	95
Consumo de agua	[ m <sup>3</sup> /mes]	12
Consumo eléctrico	[kWh/mes]	45

**Aplicaciones:** Ideal para filtrar y remover los humos de chimeneas industriales, generadores eléctricos de hasta 1200 kVA, calderas de vapor de gran envergadura, que usen combustible Diesel, petróleo N°6, leña, carbón o gas. En función del caudal por lo general se utilizan múltiples Tótems para filtrar la totalidad del gas. Remueve completamente los humos visibles de las chimeneas y asegura dejar los equipos dentro de las normas medioambientales, certificando las emisiones mediante mediciones isocinéticas de MP. Permitiendo a los equipos seguir operando dentro de norma.

<b>Filtro vivo Formato Muro Verde Industrial</b>		
Parámetro	Unidad	Valor
Alto	[cm]	300
Ancho	[cm]	150
Área de Filtrado	[m <sup>2</sup> ]	5
Caudal máximo de gases por filtrar	[m <sup>3</sup> N/hr]	500
Diámetro tubo de alimentación	[pulgadas]	Variable
Temperatura máxima del gas	[°C]	35
Eficiencia de filtrado de MP	[%]	90%
Consumo de agua	[ m <sup>3</sup> /mes]	10
Consumo eléctrico	[kWh/mes]	45

**Aplicaciones:** Ideal para filtrar y remover los humos de chimeneas industriales, generadores eléctricos de hasta 1200 kVA, calderas de vapor de gran envergadura, con combustible Diesel, petróleo N°6, leña, carbón o gas. En función del caudal por lo general se utilizan múltiples módulos para filtrar la totalidad del gas. Remueve completamente los humos visibles de las chimeneas y asegura dejar los equipos dentro de las normas medioambientales, certificando las emisiones mediante mediciones isocinéticas de MP. Este formato permite instalarlo adyacente a cualquier muralla ya sea a nivel de piso o en altura lo que permite ahorrar en espacio y generar un gran impacto visual.

## Anexo 16



- |               |                      |                    |
|---------------|----------------------|--------------------|
| 1. RECEPTION  | 6. PRE FACTORY LOBBY | 11. WATER BODY     |
| 2. CONFERENCE | 7. SANITIZATION ZONE | 12. LANDSCAPE      |
| 3. WORKSPACE  | 8. SERVER ROOM       | 18. BREATHING WALL |
| 4. MD CABIN   | 9. PANTRY            | 22. COURT          |
| 5. GM CABIN   | 10. TOILET           | 23. PORCH          |



## Anexo 17



## Anexo 18



Anexo 19



Anexo 20

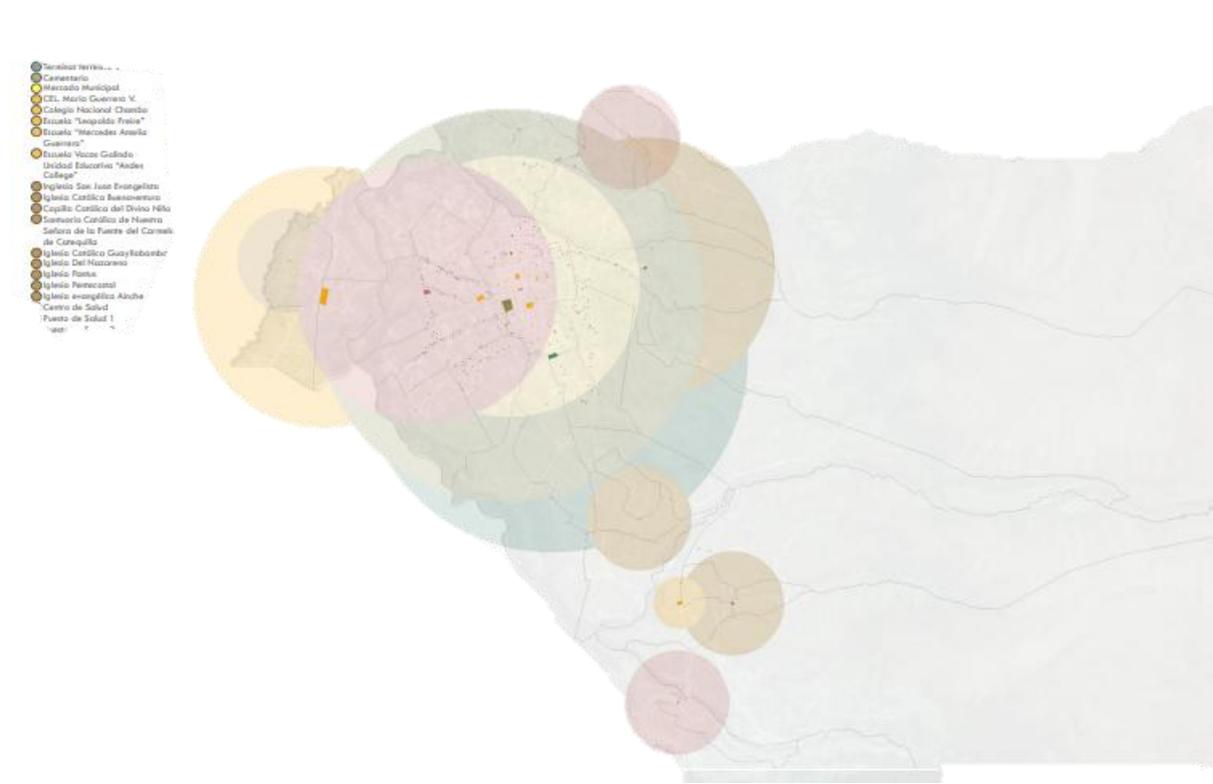




## Anexo 23

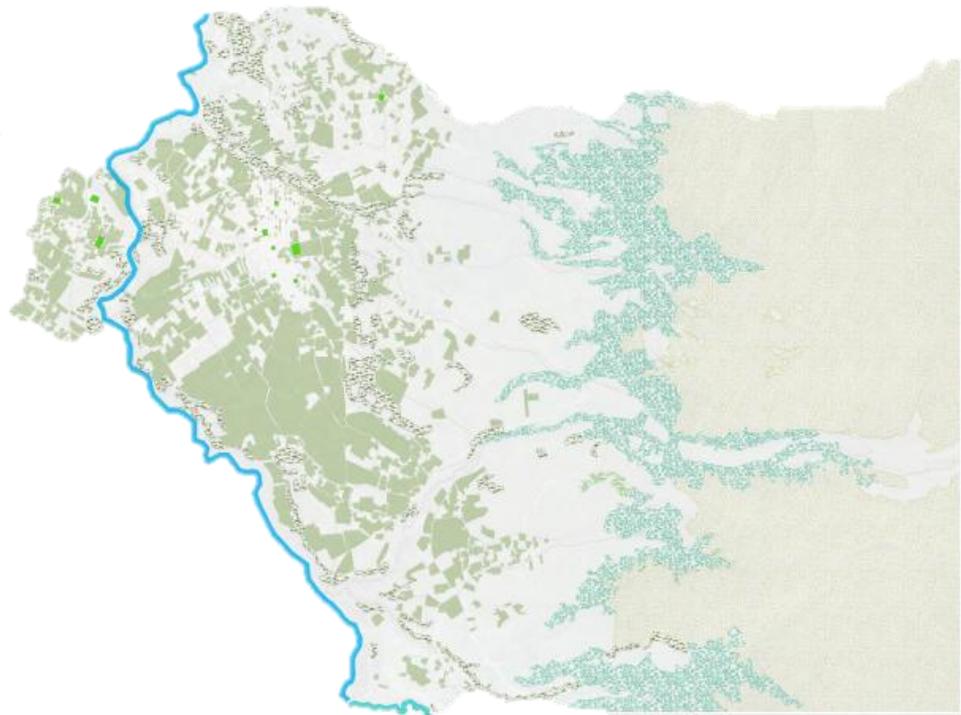


## Anexo 24



## Anexo 25

- Espacios verdes
- Verde agrícola
- Páramo herbáceo poco alterado
- Bosque húmedo poco alterado
- Bosque húmedo medianamente alterado
- Eucalipto
- Río Chamba
- Río Daddá



## Anexo 26

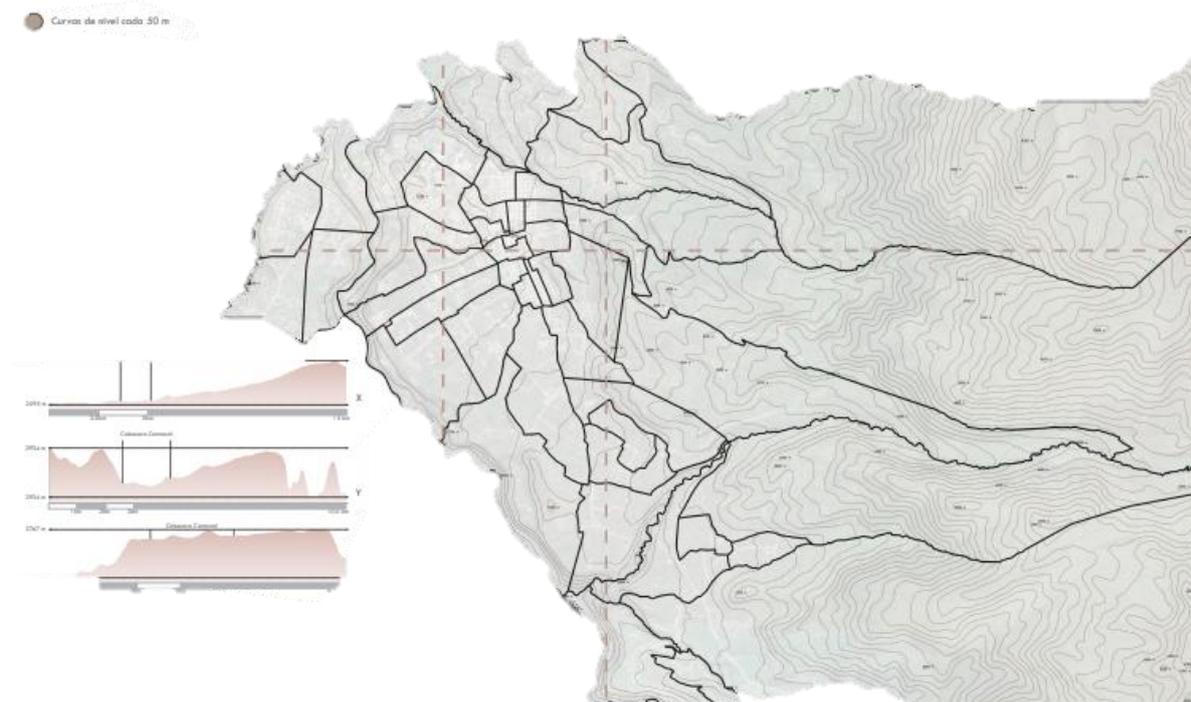
- Residencial y comercial
- Agrícola e Industrial
- Conservación



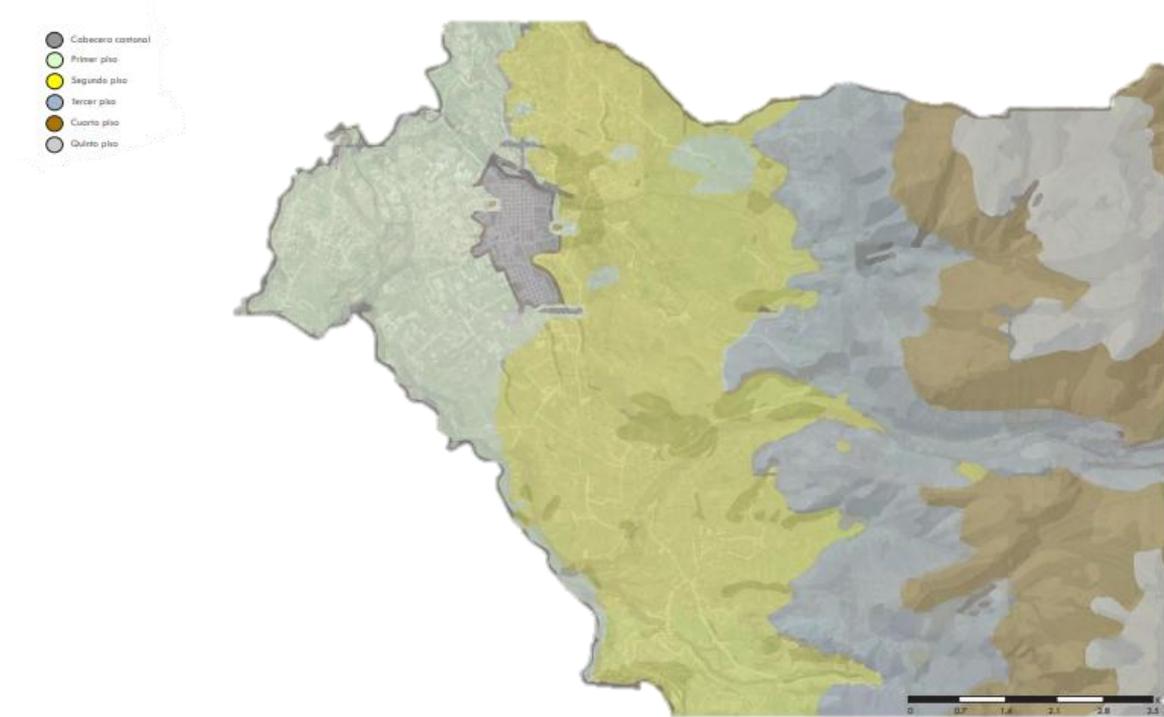
## Anexo 27



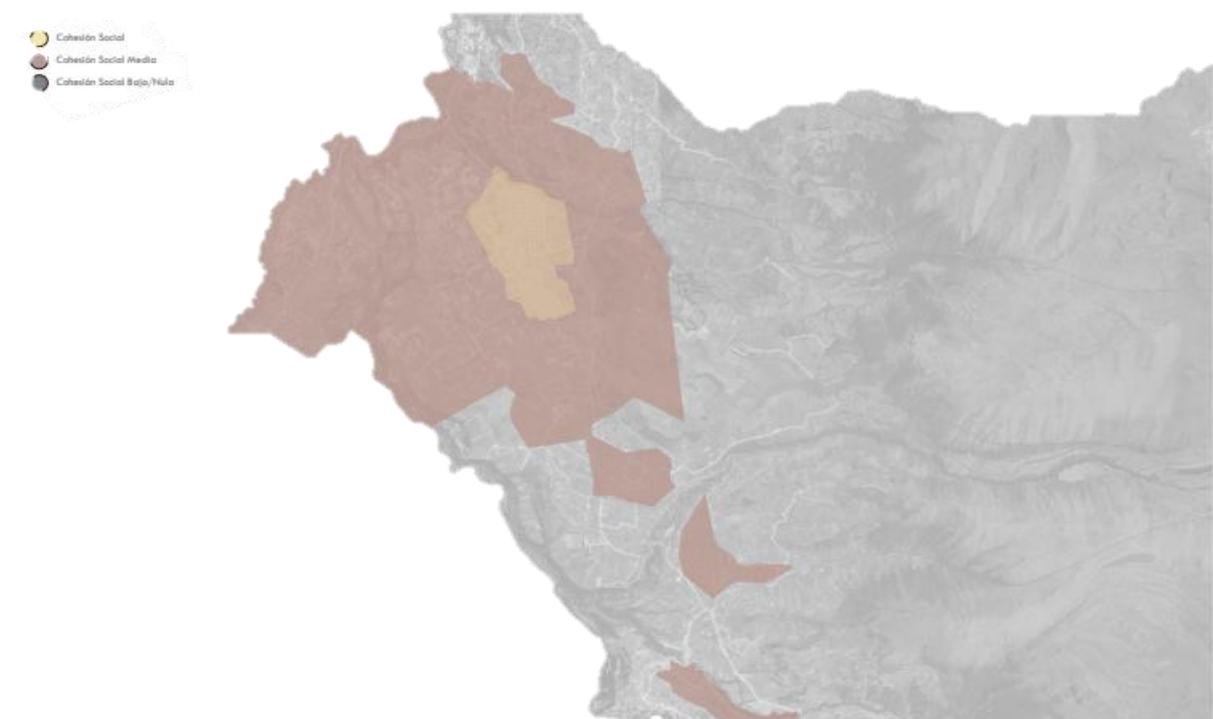
## Anexo 28



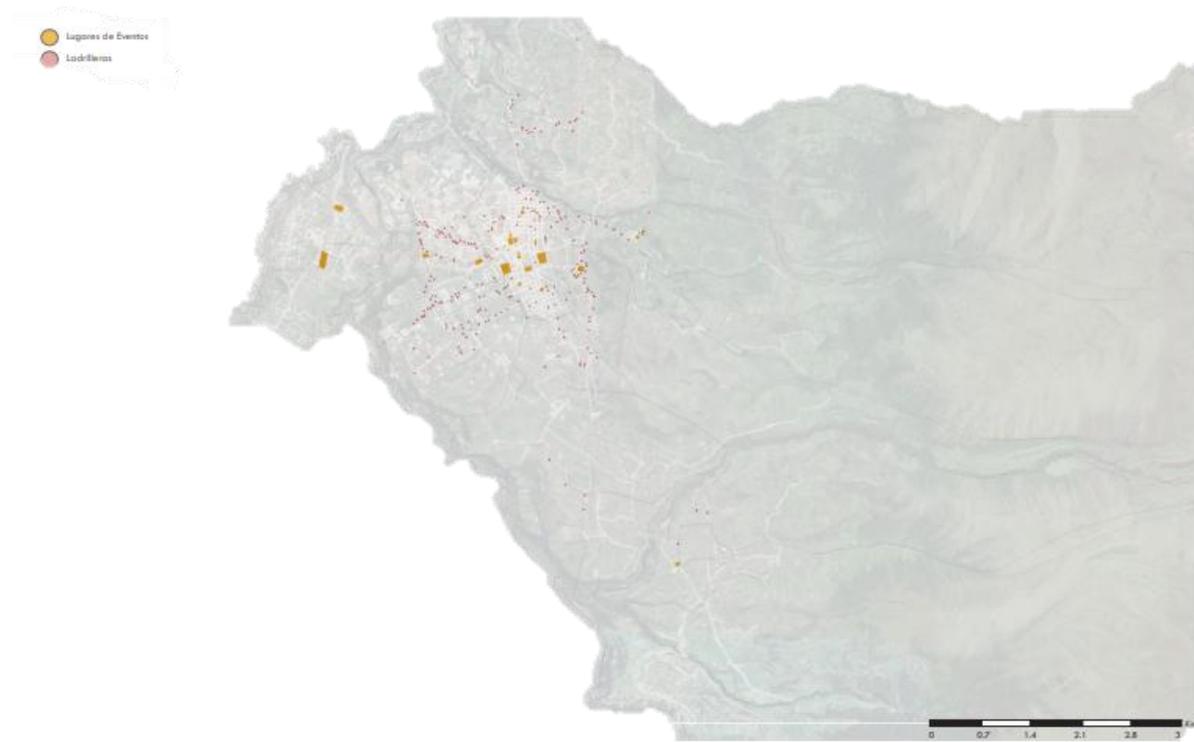
## Anexo 29



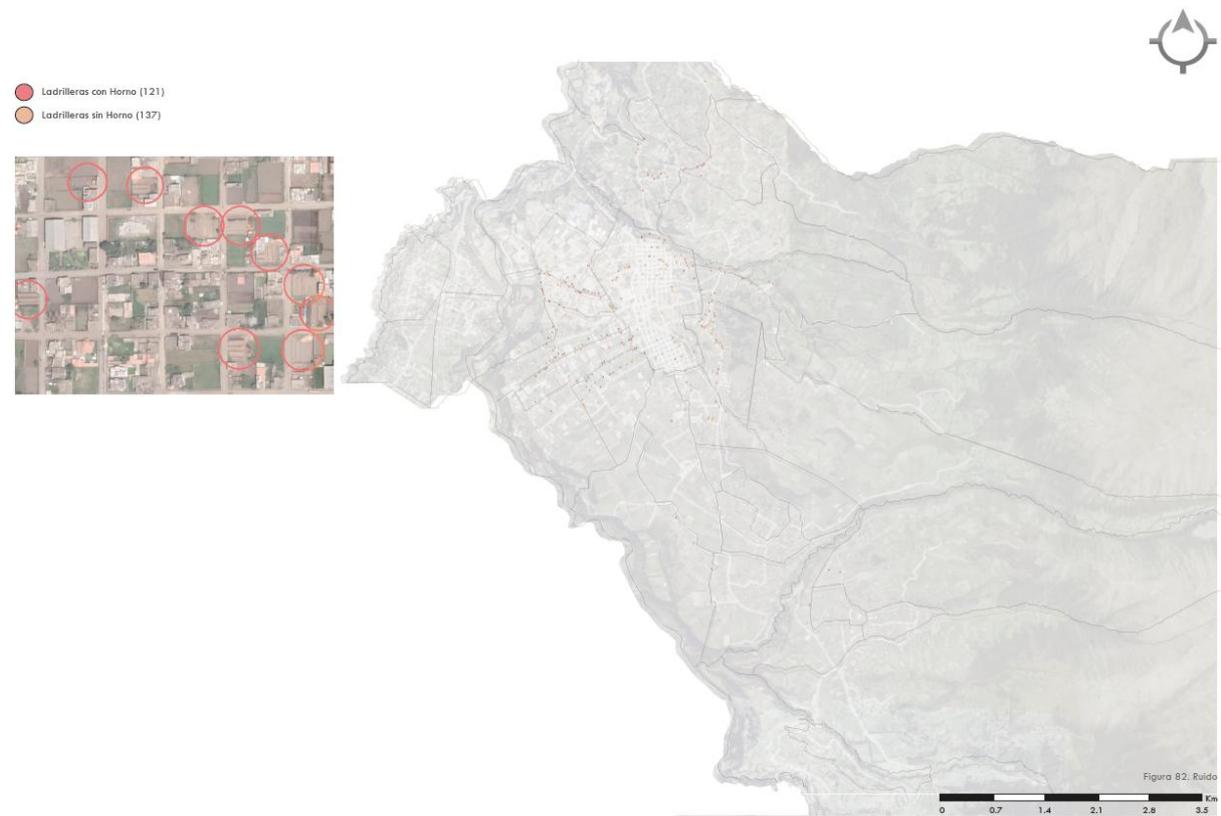
## Anexo 30



## Anexo 31

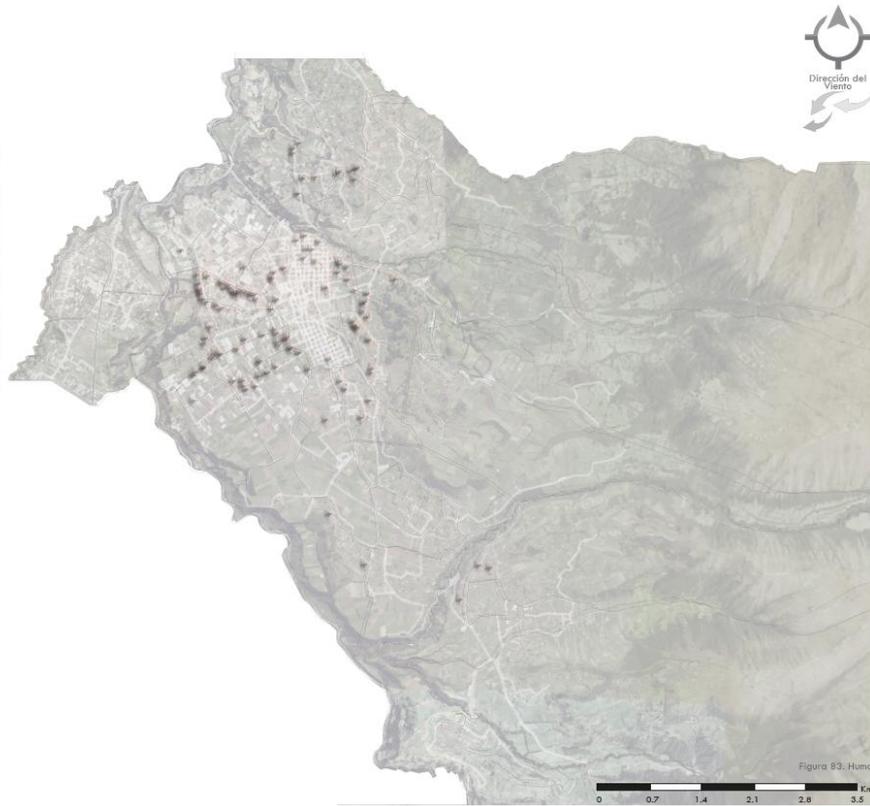


## Anexo 32



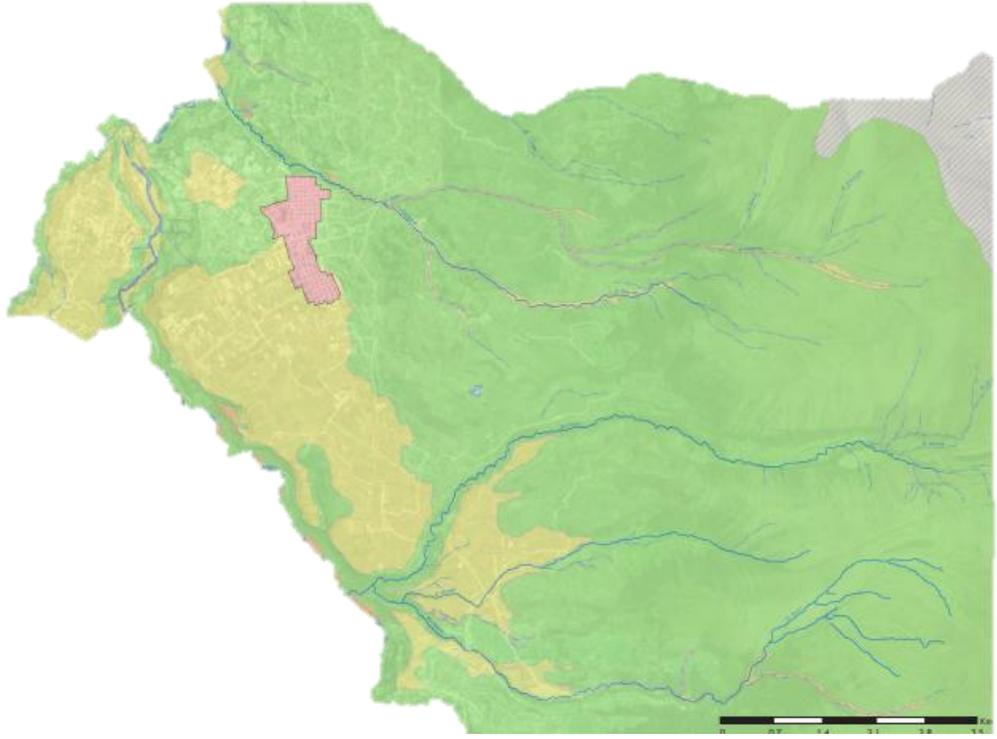
# Anexo 33

- Ladrilleras con Horno (121)
- Ladrilleras sin Horno (137)
- ☛ Humo de los Hornos de ladrillos



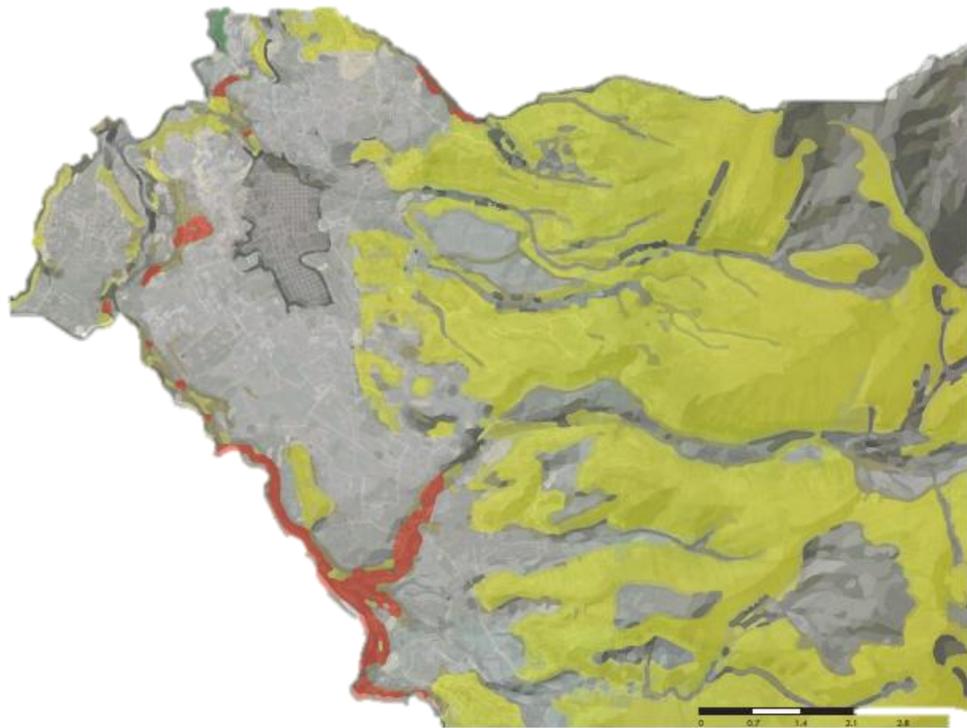
# Anexo 34

- Cabeceza Cantona
- Baja
- Media
- No aplicable
- Nula



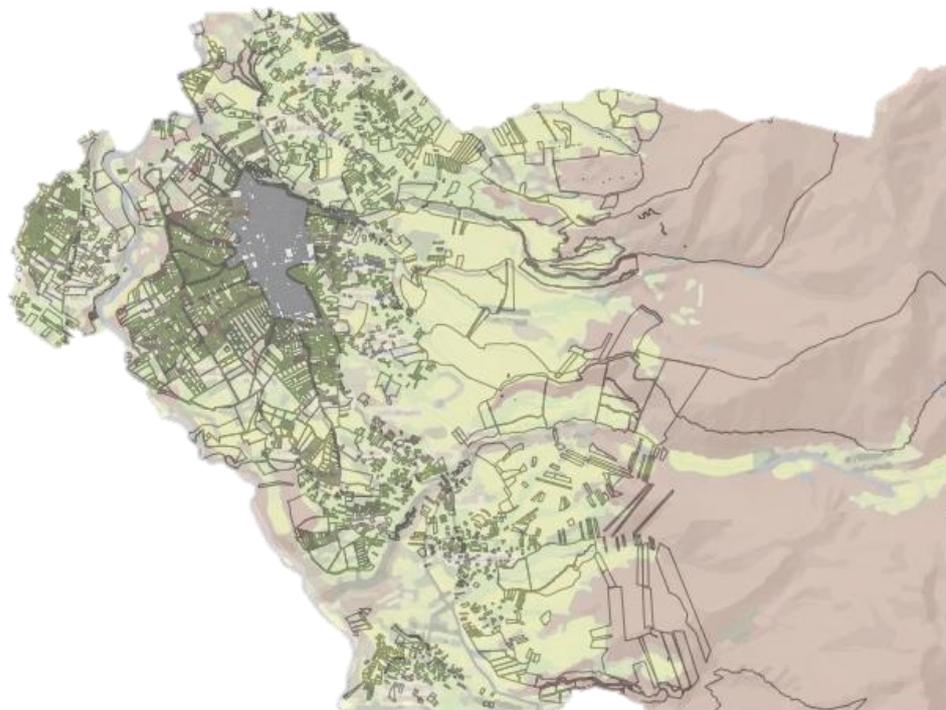
## Anexo 35

- Bajo Pendiente <math><P<41\%</math>
- Medio <math>40\%<P<70\%</math>
- Alto <math>70\%<P<150\%</math>

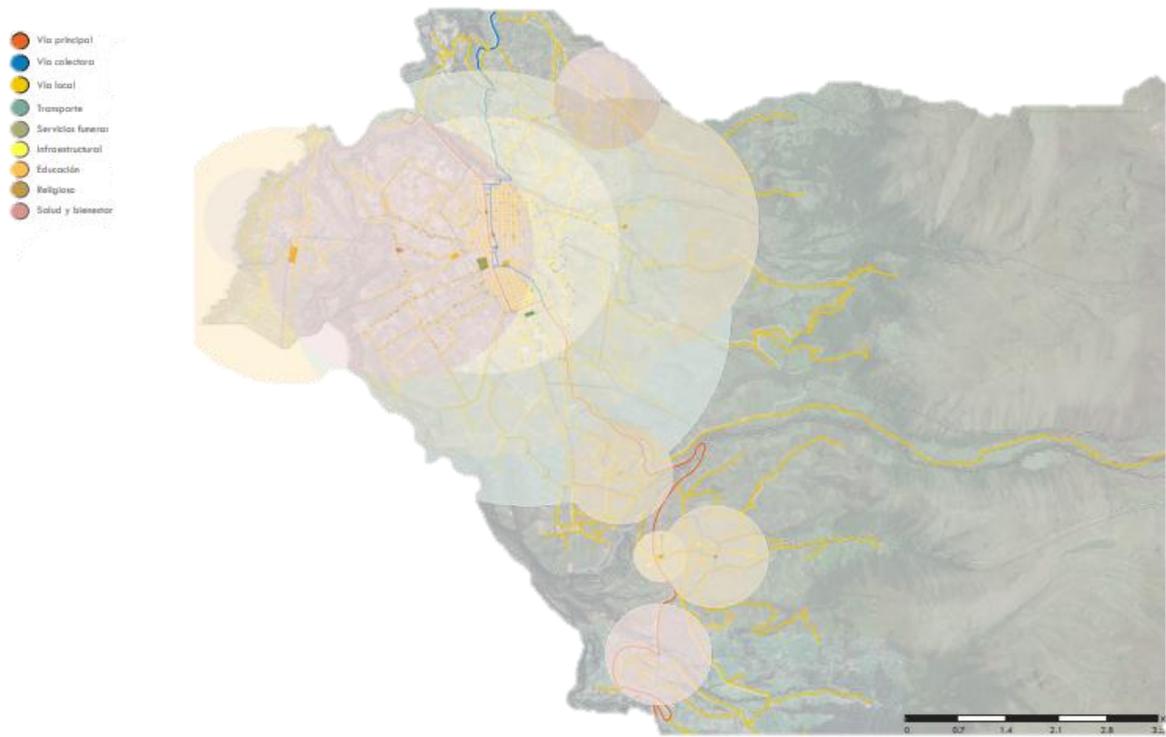


## Anexo 36

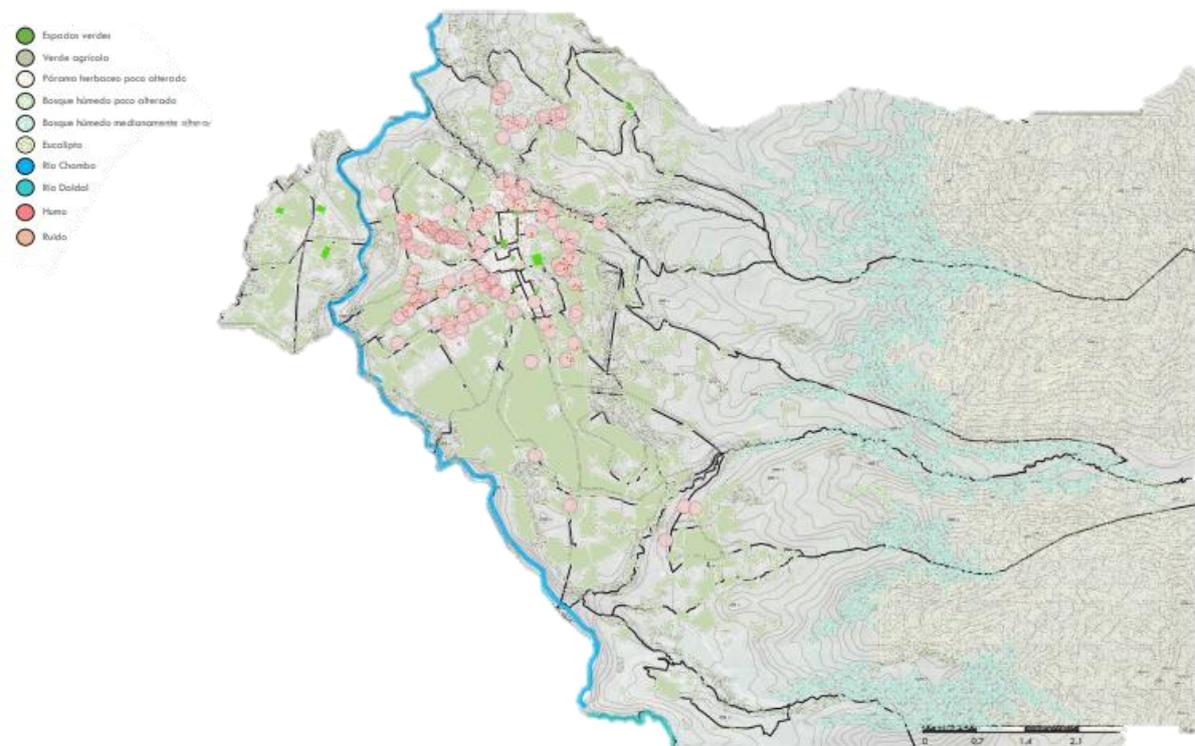
- Agrícola
- Agropecuario mixto
- Pecuaria
- Conservación y protección
- Tierras improductivas



## Anexo 37



## Anexo 38



## Anexo 39

¿Ha notado problemas de calidad del aire debido al humo de las ladrilleras?

Calidad del aire		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Si	37	70%
No	4	7%
No estoy seguro	12	23%
Total	53	100%

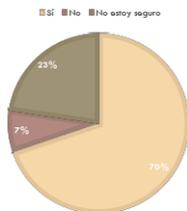


Figura 90. Calidad del aire

Los resultados revelan que el 70% de los encuestados han notado problemas, mientras que el 23% no está seguro y solo el 7% no ha notado ningún problema, esto indica una preocupación mayoritaria sobre la calidad del aire, sugiriendo que una parte significativa de la población percibe un impacto negativo del humo. En general, son requeridas medidas correctivas para mejorar la calidad del aire y mayor comunicación para aclarar dudas y preocupaciones de la comunidad.

¿Ha experimentado algún problema de salud que puede estar relacionado con la contaminación de las fábricas de ladrillos?

Problemas de salud		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Si	19	36%
No	7	13%
No estoy seguro	27	51%
Total	53	100%

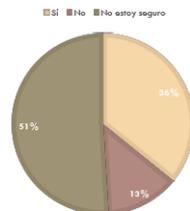


Figura 91. Problemas de salud

La mayoría de los encuestados 51% no están seguros de si sus problemas de salud están relacionados con la contaminación de las fábricas de ladrillos, indicando una posible falta de información, luego un significativo 36% sí cree que sus problemas de salud están relacionados con esta contaminación, lo que refleja una preocupación considerable, finalmente solo el 13% no cree que sus problemas de salud estén relacionados con esta fuente de contaminación.

¿Ha sido afectado por el ruido de las ladrilleras?

Ruido		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Si	8	15%
No	31	59%
No estoy seguro	14	26%
Total	53	100%

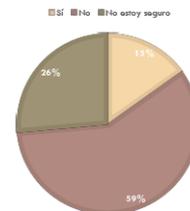


Figura 92. Ruido

Los datos muestran que el 59% no se sienten afectados por el ruido, lo que sugiere que este no es un problema significativo para la mayoría de la población, puesto que gran parte de las ladrilleras se encuentran fuera del centro poblado, sin embargo, el 26% de los encuestados no está seguro de si el ruido les afecta, lo que indica una considerable incertidumbre, por último el 15% que sí se siente afectado representa una minoría que experimenta molestias debido al ruido, sugiriendo que, aunque no es un problema predominante, el impacto del ruido de las ladrilleras es relevante para un grupo específico de personas.

¿El tráfico generado por las fábricas de ladrillos afecta su vida diaria?

Tráfico		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Si	4	7%
Neutral	21	40%
No	28	53%
Total	53	100%

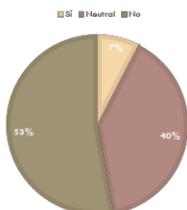


Figura 93. Tráfico

Mediante las encuestas el 53% no se ven afectados por el tráfico de camiones relacionado con las fábricas de ladrillos, lo que sugiere que para la mayoría no es un problema significativo, sin embargo, un 40% de los encuestados tiene una posición neutral, lo que podría reflejar una percepción de que el tráfico no es suficientemente problemático para ser considerado una molestia, o una falta de preocupación notable al respecto, por otro lado el 7% de los encuestados manifiesta que sí se siente afectado, representando una minoría que experimenta inconvenientes o interferencias debido a este tráfico.

¿Está usted interesado en participar en iniciativas asociativas para mejorar la gestión y funcionamiento de las fábricas de ladrillos?

Asociatividad		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Si	34	64%
No	14	26%
No estoy seguro	5	10%
Total	53	100%

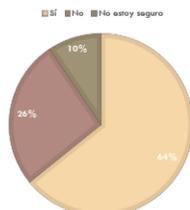


Figura 94. Asociatividad

El 64% de la población exhibe un fuerte interés en participar en iniciativas asociativas, lo cual indica un alto nivel de compromiso comunitario y una disposición a colaborar en la búsqueda de soluciones, esto sugiere que hay una base sólida para la formación de grupos de trabajo o comités que involucren a los ciudadanos en el proceso de mejora de las fábricas, sin embargo, el 26% de los encuestados que no está interesado y el 10% que no está seguro indican que hay una porción significativa de la población que podría no estar dispuesta o disponible para participar.

¿Ha participado en algún proyecto o iniciativa comunitaria en la industria ladrillera?

Actividad comunitaria		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Si	43	81%
No	6	11%
No, pero me gustaría	4	8%
Total	53	100%

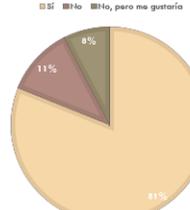


Figura 95. Actividad comunitaria

La mayoría 81% ha participado en proyectos o iniciativas comunitarias dentro de la industria ladrillera, esto es debido a que sólo perteneciendo a una asociación pueden acudir a las ferias de ladrillos, pero la minoría 11% no ha participado principalmente porque comercializan sus productos directamente al comprador, por último el 8% de los encuestados que no han participado pero están interesados en hacerlo representa una oportunidad significativa para ampliar la base de participación en futuras iniciativas, pues este grupo puede estar buscando más información o accesibilidad para poder contribuir de manera efectiva.

¿Al finalizar el proceso de elaboración de ladrillos los comercializa inmediatamente o los almacena?

Fin elaboración del ladrillo		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Comercializa	36	68%
Almacena	17	32%
Total	53	100%

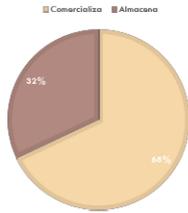


Figura 96. Fin elaboración del ladrillo

Los resultados muestran que el 68% de los productores de ladrillos comercializan sus productos inmediatamente después de su elaboración, esto sucede normalmente en épocas de invierno por la alta demanda constante que permite una rápida rotación de inventario, por otro lado, el 32% que almacena los ladrillos después de su elaboración esto es debido a que en verano existe más producción y el precio suele bajar, además almacenar los ladrillos también puede proporcionar flexibilidad para responder a cambios en el mercado o en la disponibilidad de materias primas.

¿Cómo considera a la competencia generada por la falta de estandarización de precios dentro del cantón Chambo?

Competencia de Precios		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Positiva	15	28%
Neutral	11	21%
Negativa	27	51%
Total	53	100%

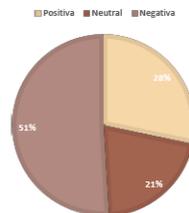


Figura 97. Competencia de Precios

Las encuestas reflejan que el 51% percibe la falta de estandarización de precios dentro del cantón Chambo como algo negativo, debido a que la variabilidad de precios crea un entorno de competencia desleal, donde los productores que no pueden competir con precios más bajos se ven perjudicados, mientras que el 28% considera la situación positiva probablemente ve la competencia como la posibilidad de ofrecer mejores precios a los consumidores, finalmente el 21% tiene una postura neutral pues podría no ver un impacto claro y significativo de la falta de estandarización de precios, o pueden considerar que los efectos negativos y positivos se equilibran entre sí.

¿Considera importante la incorporación de tecnologías más limpias y eficientes en la fábrica de ladrillos?

Tecnologías		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Sí, importante	38	72%
Neutral	13	24%
No, poco importante	2	4%
Total	53	100%

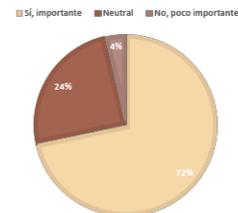


Figura 98. Tecnologías

El 72% de los encuestados reconoce la importancia de incorporar tecnologías más limpias y eficientes en la fábrica de ladrillos, lo que refleja una fuerte conciencia y apoyo hacia la modernización sostenible de la industria, luego el 24% de los encuestados que se mantiene neutral puede estar indeciso debido a una falta de información detallada sobre los beneficios de las tecnologías más limpias y eficientes, por último el 4% que considera es poco importante podría estar satisfecho con las prácticas actuales o podría priorizar otros aspectos de la producción.

¿Qué espacios/servicios adicionales le gustaría que ofreciera una nueva fábrica de ladrillos?

Servicios adicionales		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Capacitación	21	40%
Espacios de reunión	9	17%
Áreas de investigación	23	43%
Total	53	100%



Figura 99. Servicios adicionales

La preferencia por áreas de investigación 43% indica una fuerte inclinación hacia la innovación y el desarrollo dentro de la industria ladrillera, después la alta demanda de capacitación 40% refleja la importancia de proporcionar oportunidades para el desarrollo profesional y de habilidades, finalmente el 17% ve los espacios de reunión como útiles para promover la colaboración y la comunicación, estos espacios pueden facilitar reuniones de equipo, discusiones estratégicas para mejorar la industria ladrillera del cantón Chambo.

¿Está satisfecho con la planificación y distribución actual de las zonas residenciales, industriales y agrícolas?

Planificación y distribución		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Satisfecho	13	24%
Neutral	28	53%
Insatisfecho	12	23%
Total	53	100%

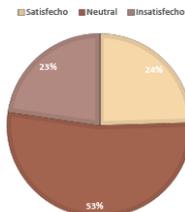


Figura 100. Planificación y distribución

La postura neutral 53% puede reflejar que muchos no perciben problemas evidentes o que la planificación y distribución actual no tienen un impacto significativo en su vida, luego el 24% de los encuestados satisfechos sugiere que una parte de la población cree que la planificación y distribución actual son adecuadas y efectivas, por último el 23% de insatisfechos indica que hay una preocupación significativa respecto a la planificación y distribución actual de las zonas, quizás por conflictos entre áreas residenciales y actividades industriales, falta de infraestructura adecuada u otras dificultades.

¿Qué cambios propondría para mejorar la convivencia entre las fábricas de ladrillos y la comunidad? (Seleccione todos los que apliquen)

Convivencia		
Opciones	Fábricas	Porcentaje
Reubicación de fábricas	13	25%
Implementación de zonas de amortiguamiento	10	19%
Mejoras en las tecnologías de producción	14	26%
Programas de capacitación y sensibilización comunitaria	16	30%
Total	53	100%

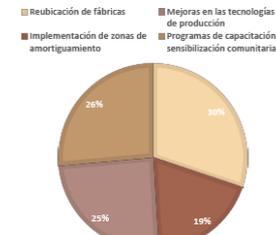


Figura 101. Convivencia

La propuesta más respaldada es la implementación de programas de capacitación y sensibilización comunitaria 30%, como herramientas clave para mejorar la relación entre las partes, luego mejorar las tecnologías de producción 26%, sugiere un interés en hacer los procesos más sostenibles y menos intrusivos con el entorno, después el 25% perciben que cambiar la ubicación de las instalaciones podría reducir las tensiones y mejorar la situación actual, finalmente el 19% muestra una preocupación por implementar zonas de amortiguamiento, posiblemente para reducir el impacto directo de las operaciones industriales en el entorno circundante.

# Anexo 40



- Densidad Poblacional**
- Zonas Vacías (<2 hab/km<sup>2</sup>)
  - Baja (<2 hab/km<sup>2</sup>)
  - Media (20-80 hab/km<sup>2</sup>)
  - Alta (81-160 hab/km<sup>2</sup>)
  - Muy Alta (D>161) hab/km<sup>2</sup>)
- Ladrilleras
  - Acequias expuestas
  - Extracción de Tierra (arcilla)
  - Eucaliptos
  - Espacios verdes
  - Verde agrícola
  - Páramo herbáceo poco alterado
  - Bosque húmedo poco alterado
  - Bosque húmedo medianamente alterado

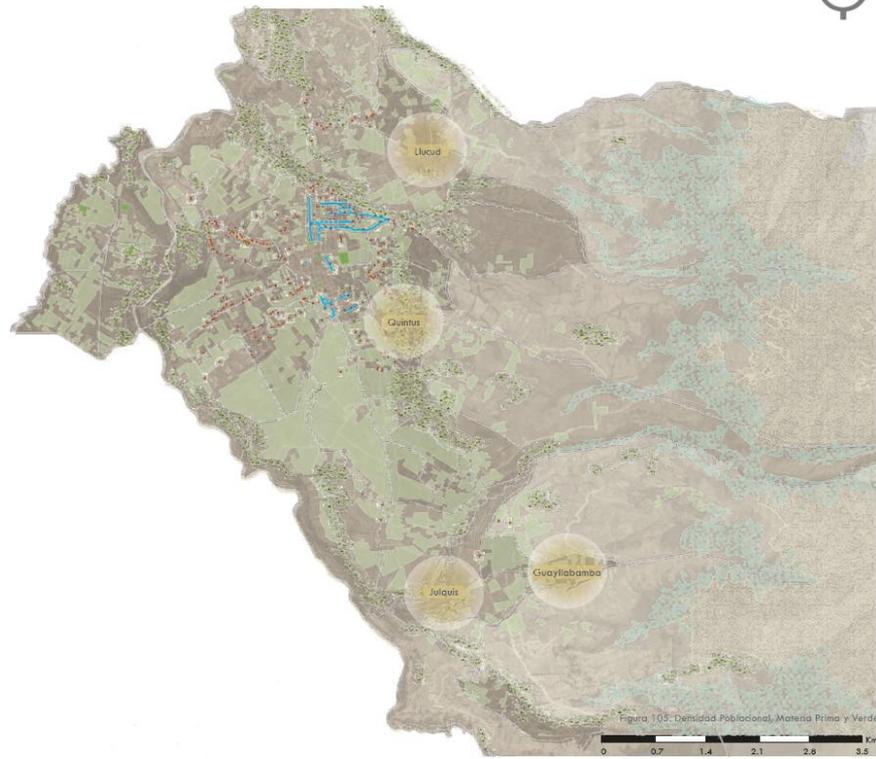
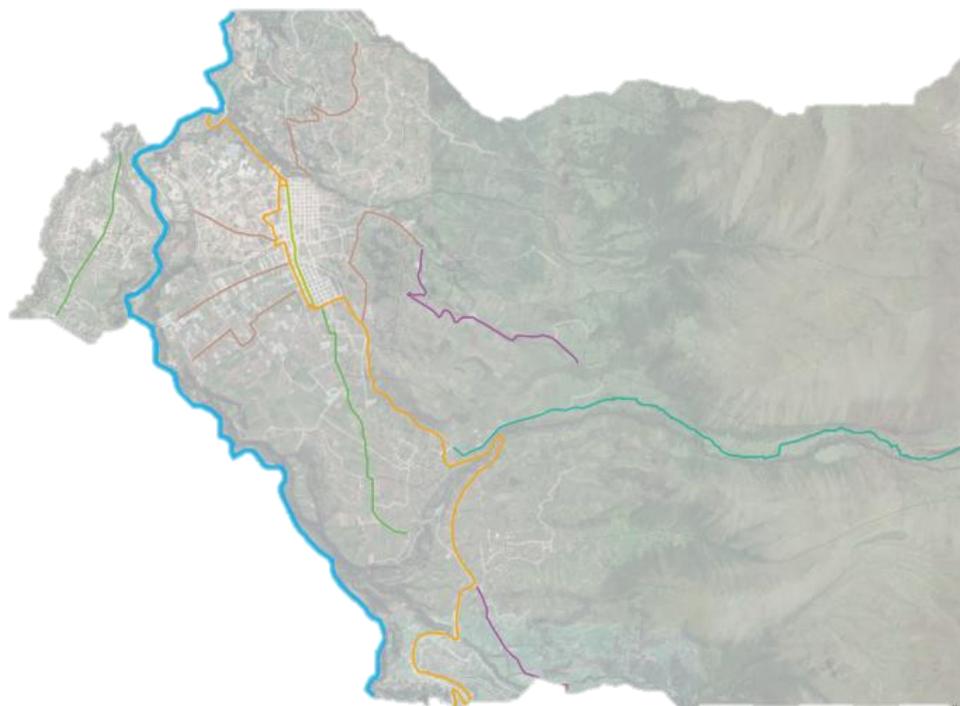


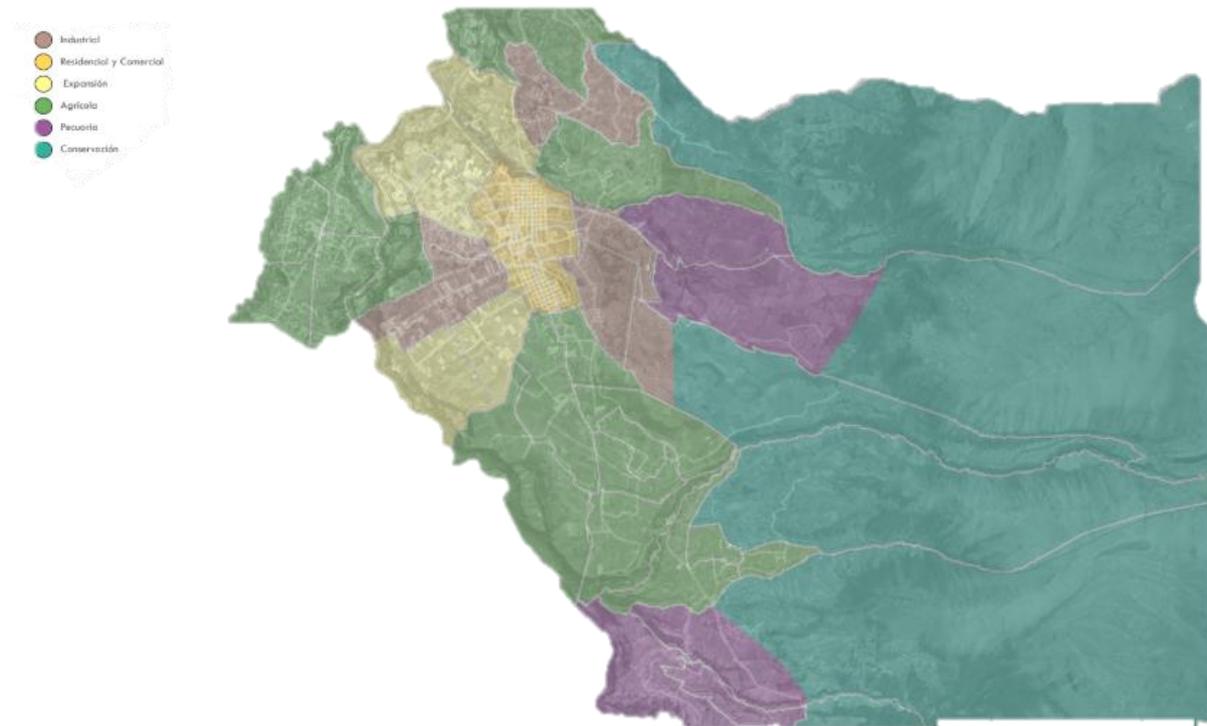
Figura 105: Densidad Poblacional, Materia Prima y Verde

# Anexo 41

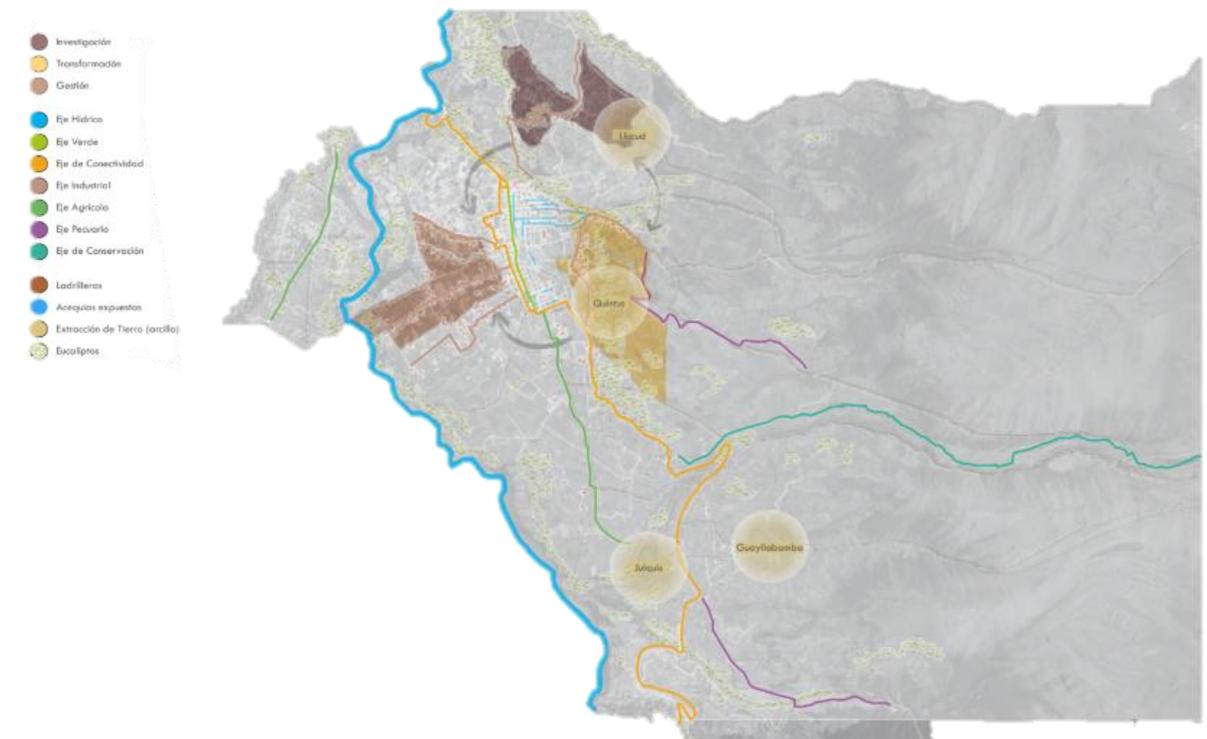
- Eje Hidrico
- Eje Verde
- Eje de Conectividad
- Eje Industrial
- Eje Agrícola
- Eje Pecuario
- Conservador

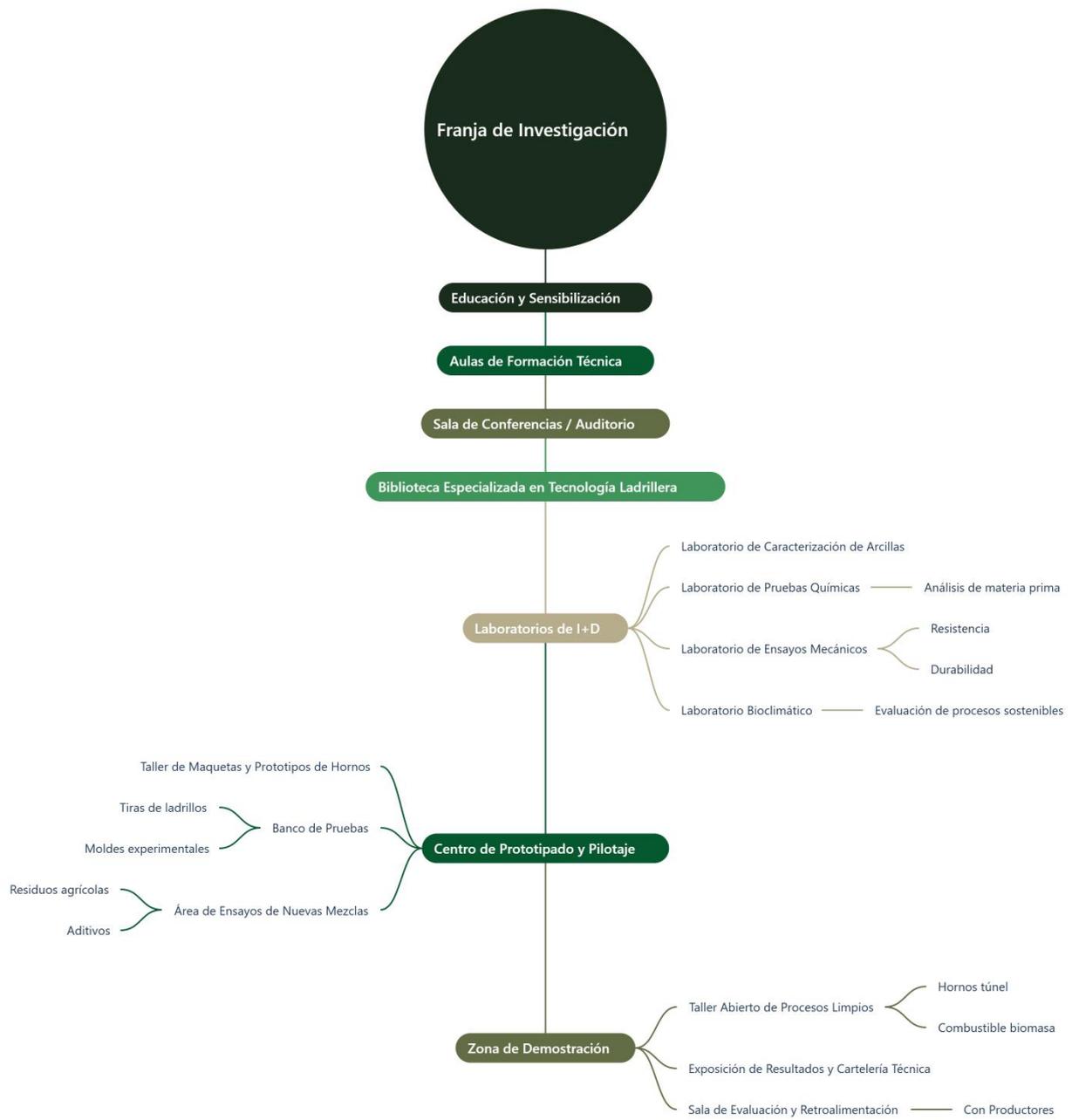


## Anexo 42

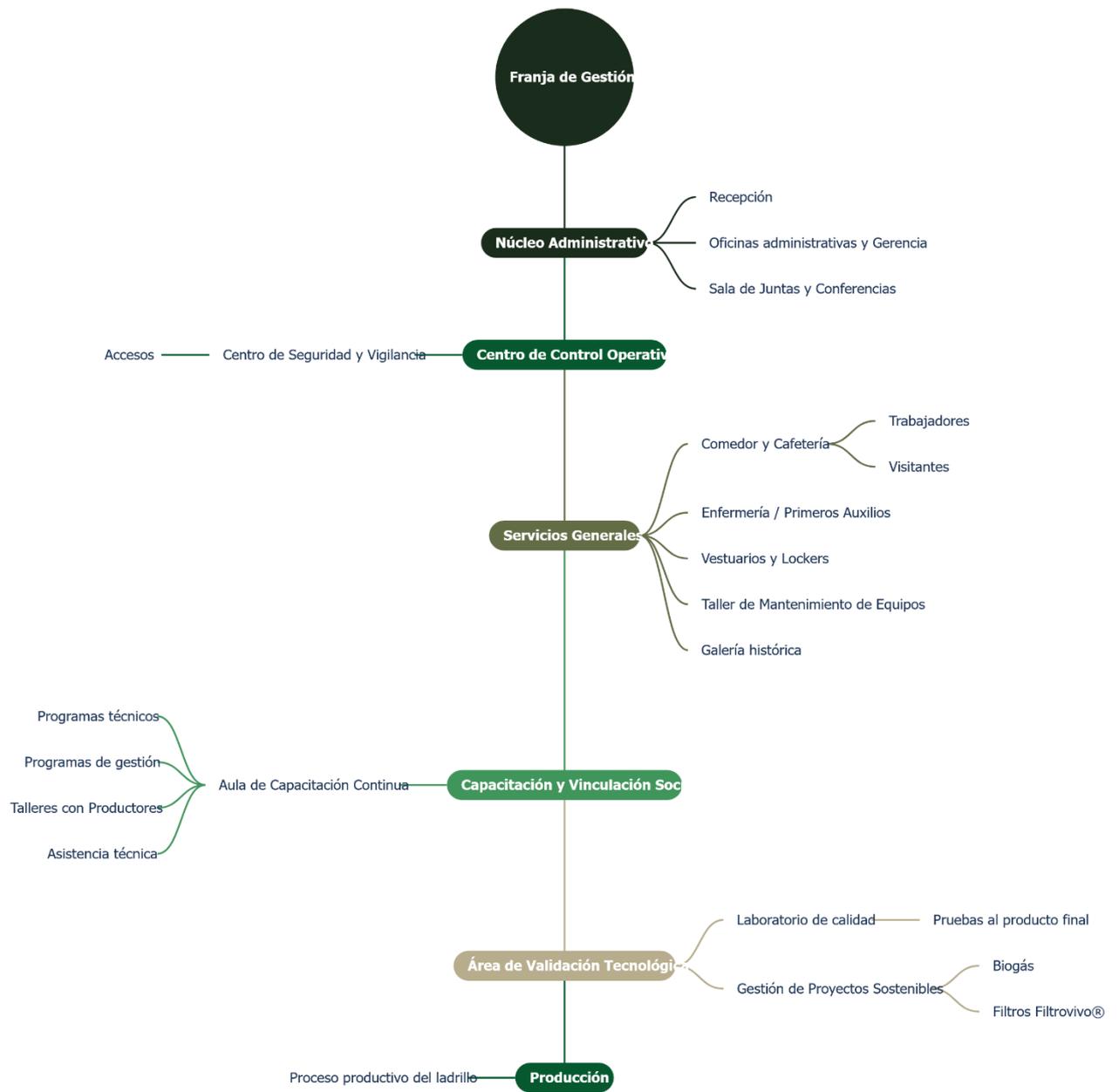


## Anexo 43









# Anexo 45

- Predio
- Curvas de nivel 10m
- Curvas de nivel 50m
- Equipamiento de educación r:400m
- Suelo Agrícola
- Suelo Industrial
- Suelo Agrícola
- Cualidades**
- Accesibilidad: Conexión vial directa a ingreso/salida al Cantón
- Convivencia industrial
- Periferia del Cantón
- No interfiere con usos de suelo
- No interfiere con equipamientos
- Normativa: Predio < 1ha
- Amenaza por inundación Baja 11.44%
- Amenaza por deslizamiento Nulo Pendiente < 12%



# Anexo 46

## 6.2 Partido Arquitectónico

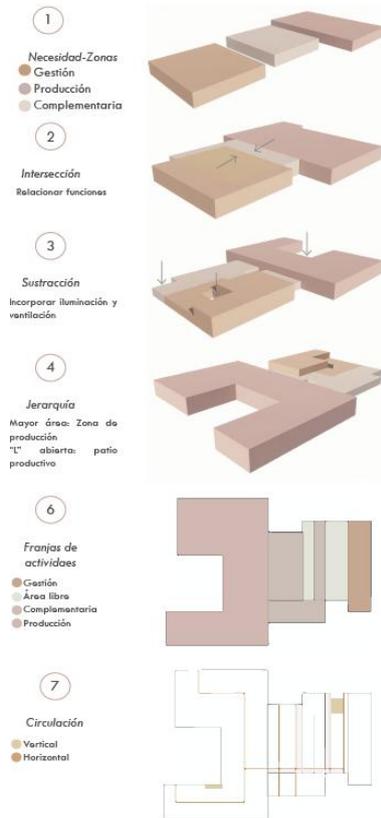


Figura 112. Forma, 2025

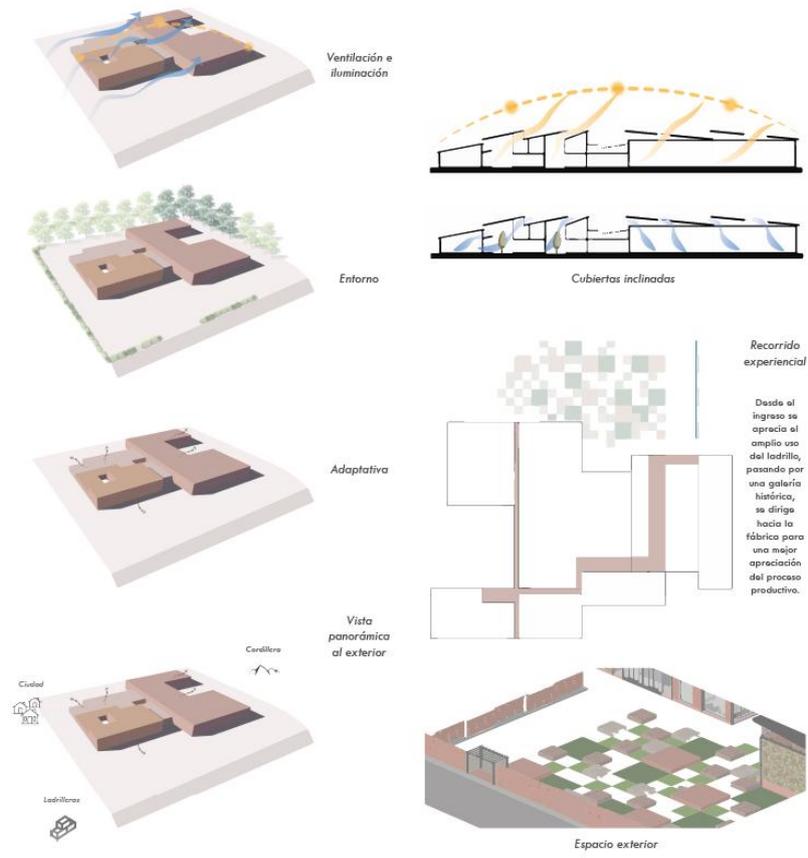
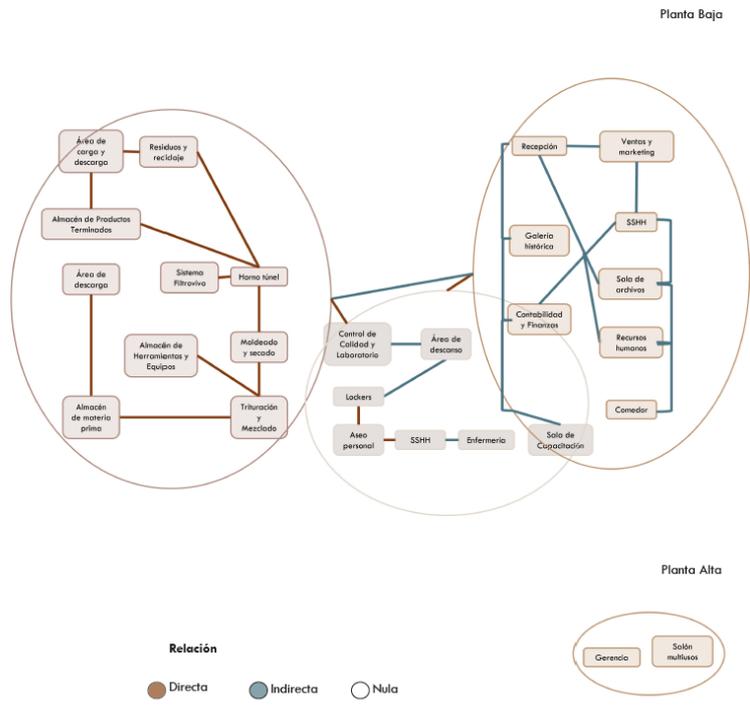


Figura 113. Lineamientos, 2025

Patrón modular inspirado en la geometría del ladrillo

# Anexo 47

ZONAS	ESPACIOS		Subárea	Nº de espacios	Área	ÁREA TOTAL		
Producción	Almacén de Materias Primas	Área de descarga	240 m <sup>2</sup>	1	300 m <sup>2</sup>	1280 m <sup>2</sup>		
		Almacén	60 m <sup>2</sup>	1				
	Área de Procesamiento de Arcilla	Trituración y Mezzado	100 m <sup>2</sup>	1	235 m <sup>2</sup>			
		Moldeado y secado	135 m <sup>2</sup>	1				
	Almacén de Herramientas y Equipos		28 m <sup>2</sup>	1	42 m <sup>2</sup>			
	Horno	Horno túnel	325 m <sup>2</sup>	1	329 m <sup>2</sup>			
		Sistema Filtrativo	4 m <sup>2</sup>	1				
Almacén de Productos Terminados	Almacén	125 m <sup>2</sup>	1	355 m <sup>2</sup>				
	Área de carga y descarga	230 m <sup>2</sup>	1					
Residuos y reciclaje		33 m <sup>2</sup>	1	33 m <sup>2</sup>				
Gestión	Recepción	Mastrador	10 m <sup>2</sup>	1	60 m <sup>2</sup>	483 m <sup>2</sup>		
		Sala de espera	50 m <sup>2</sup>	1				
	SSH	Mujeres	18 m <sup>2</sup>	1	31 m <sup>2</sup>			
		Hombres	13 m <sup>2</sup>	1				
	Gerencia	Secretaría	15 m <sup>2</sup>	1	63 m <sup>2</sup>			
		Reuniones gerenciales	15 m <sup>2</sup>	1				
	Oficinas Administrativas	Gerencia	30 m <sup>2</sup>	1	180 m <sup>2</sup>			
		1/2 Baño	3 m <sup>2</sup>	1				
	Comedor	Ventas y Marketing	70 m <sup>2</sup>	1	74 m <sup>2</sup>			
		Contabilidad y Finanzas	55 m <sup>2</sup>	1				
	Salón multiusos	Recursos Humanos	55 m <sup>2</sup>	1				
		Comedor	75 m <sup>2</sup>	1				
		Cocina y alacena	24 m <sup>2</sup>	1				
	Complementaria	Control de Calidad y Laboratorio	Recepción	35 m <sup>2</sup>	1		135 m <sup>2</sup>	451 m <sup>2</sup>
			Laboratorio	100 m <sup>2</sup>	1			
Aseo personal		Efimeria	40 m <sup>2</sup>	1	40 m <sup>2</sup>			
		Hombres	18 m <sup>2</sup>	1	36 m <sup>2</sup>			
SSH		Mujeres	18 m <sup>2</sup>	1				
		Mujeres	18 m <sup>2</sup>	1				
Lockers		Hombres	18 m <sup>2</sup>	1	36 m <sup>2</sup>			
		Mujeres	7 m <sup>2</sup>	1	14 m <sup>2</sup>			
Sala de Capacitación			100 m <sup>2</sup>	1	100 m <sup>2</sup>			
Área de descanso			60 m <sup>2</sup>	1	60 m <sup>2</sup>			
<b>Total</b>					<b>2214 m<sup>2</sup></b>			



# Anexo 48



# Anexo 49



### Leyenda

#### Producción

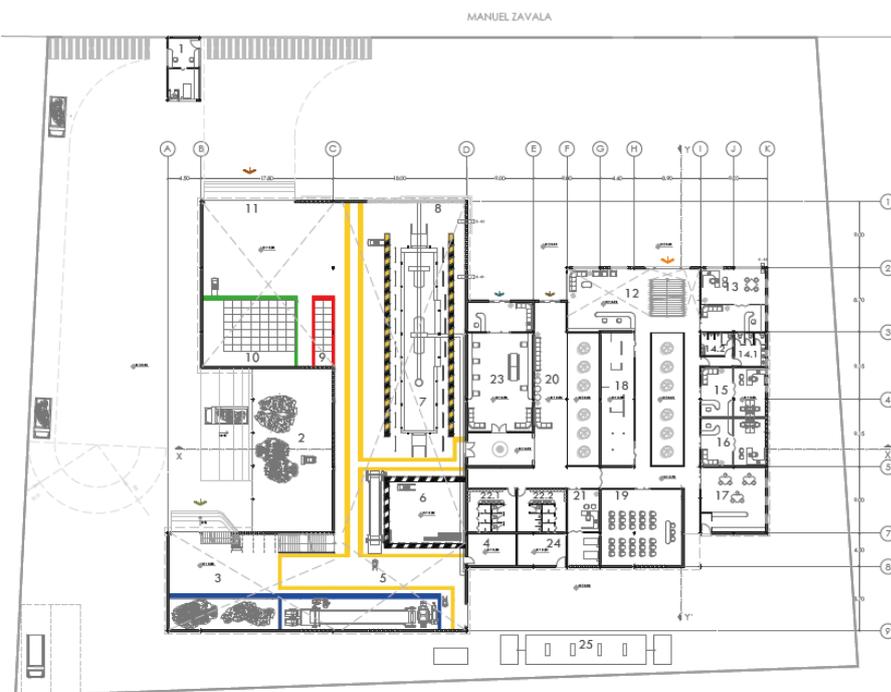
- 1. Garita de Seguridad
- 2. Acceso Vehicular descarga de materia prima
- 3. Acceso Vehicular carga de producto final
- 4. Estacionamiento Vehículos de carga pesada
- 5. Acceso Peatonal
- 6. Acceso Vehicular privado
- 7. Estacionamiento privado
- 8. Biodigestor

- Acceso a carga de producto final
- Acceso a ingreso de materia prima
- Acceso principal Gestión
- Acceso secundario Obreros
- Acceso Laboratorio de Calidad

Figura 123. Implantación, 2024



# Anexo 50



### Leyenda

#### Producción

- 1. Garita de Seguridad
- 2. Área de descarga
- 3. Almacén de materia prima
- 4. Almacén de Herramientas y Equipos
- 5. Trituración y Mezclado
- 6. Moldeado y Secado
- 7. Horno túnel
- 8. Sistema Filtrativo
- 9. Reciclaje de residuos
- 10. Almacén de Productos Terminados
- 11. Área de carga

#### Gestión

- 12. Recepción
- 13. Ventas y Marketing
- 14.1 SSHH Mujeres, 13.2 SSHH Hombres
- 15. Recursos Humanos
- 16. Contabilidad y Finanzas

#### Apoyo

- 17. Comedor
- 18. Galería histórica
- 19. Sala de Capacitación
- 20. Área de descanso
- 21. Enfermería
- 22.1 Aseo Personal Mujeres, 22.2 Hombres
- 23. Control de Calidad y Laboratorio

- Acceso a carga de producto final
- Acceso a ingreso de materia prima
- Acceso principal Gestión
- Acceso secundario Obreros
- Acceso Laboratorio de Calidad

- Zona de riesgo
- Movimiento, tránsito
- Materia prima
- Producto terminado
- Mantenerse alejado (en funcionamiento)
- Desechos y defectos

Figura 124. Planta Baja General, 2024

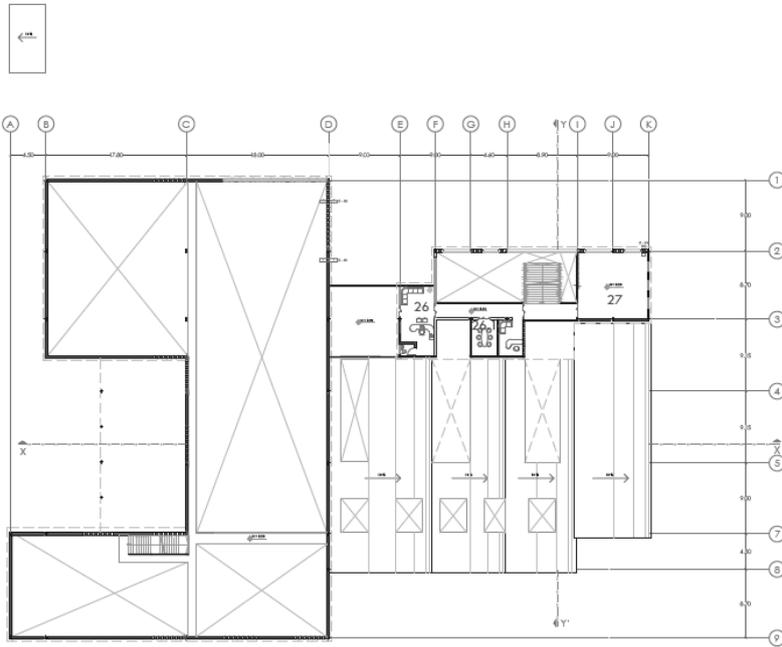


# Anexo 51



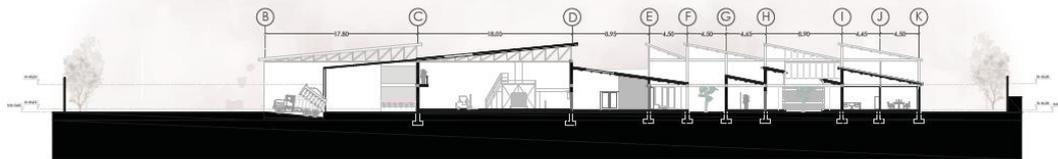
Legenda

- Gestión
- 26. Gerencia
- 26.1 Sala de reuniones
- 27. Salón multiusos

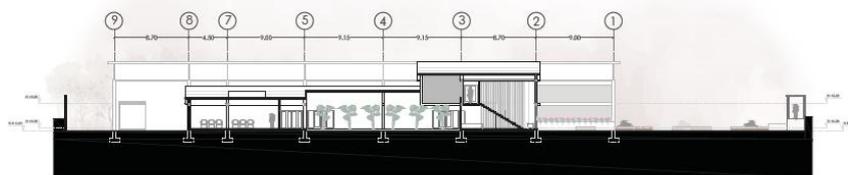


nta Alta General, 2024

# Anexo 52



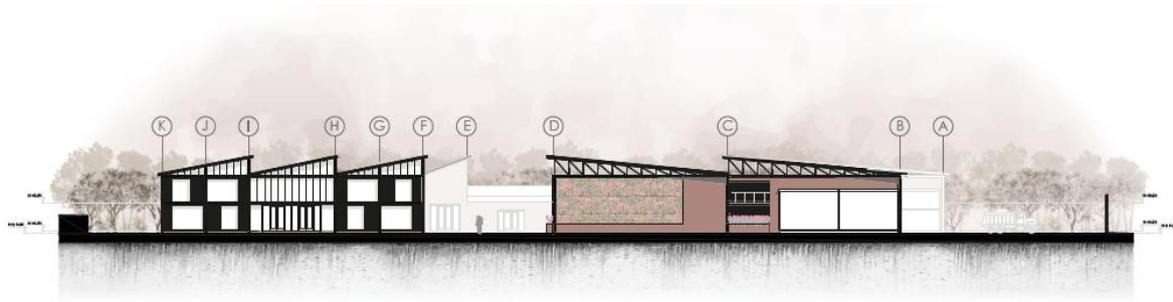
Sección X-X



Sección Y-Y



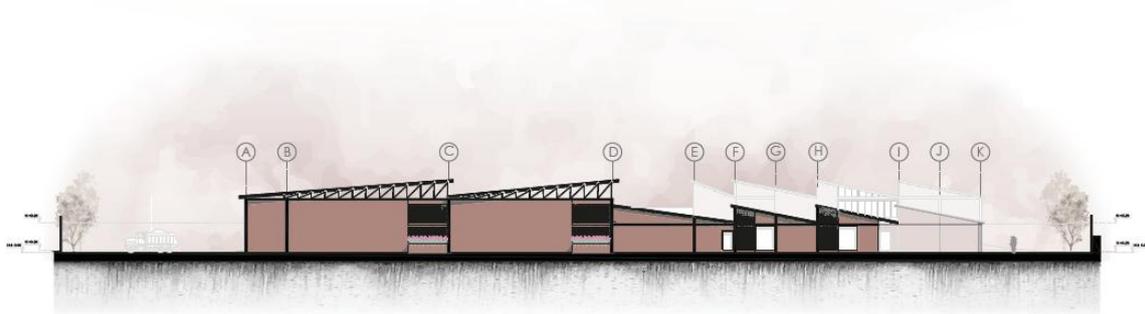
Anexo 53



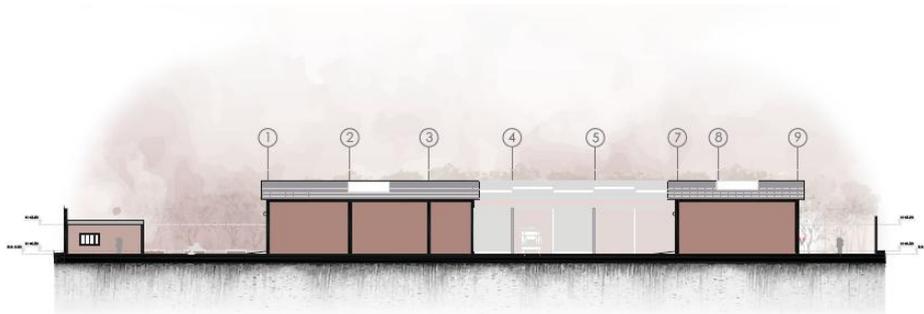
Fachada Frontal



Fachada Lateral Derecha



Fachada Posterior



Fachada Lateral Izquierda

Figura 129. Fachadas Arquitectónicas, 20

# Anexo 54

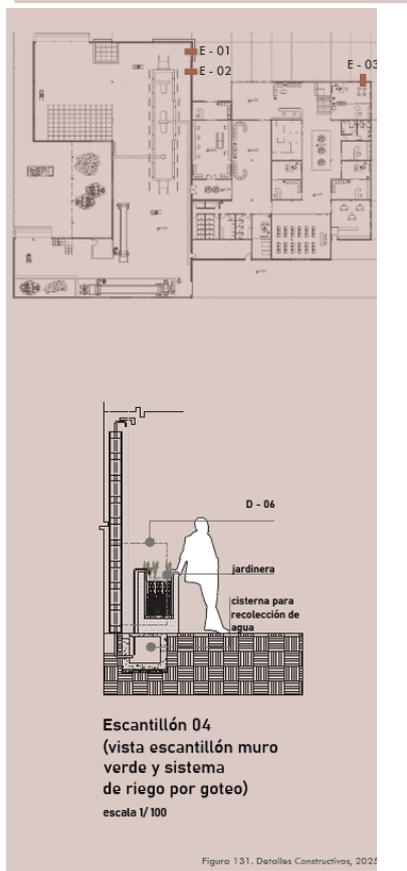
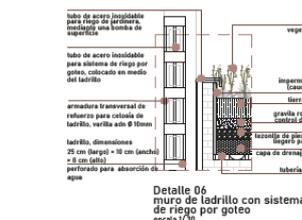
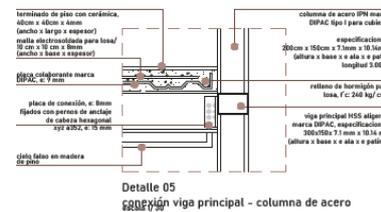
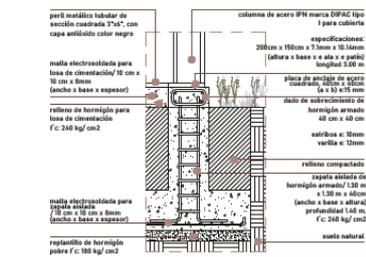
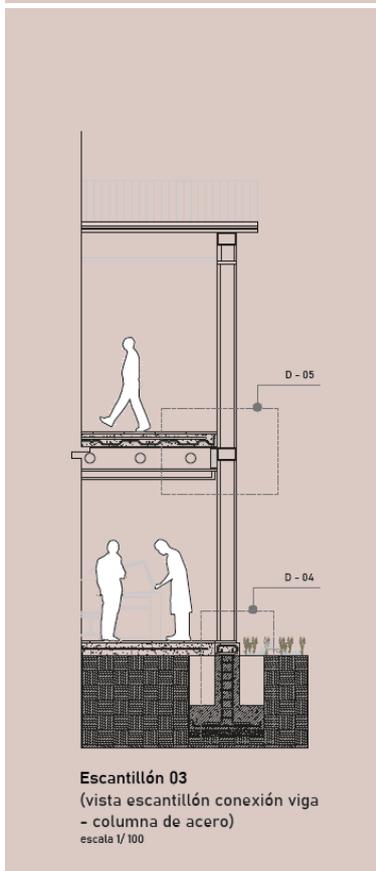
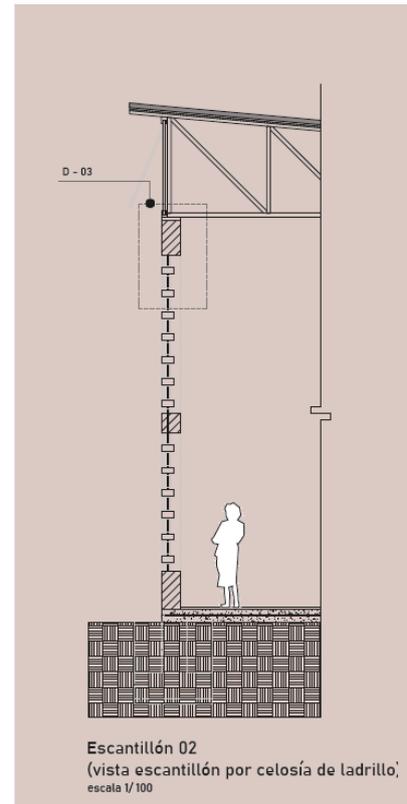
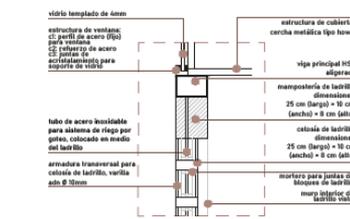
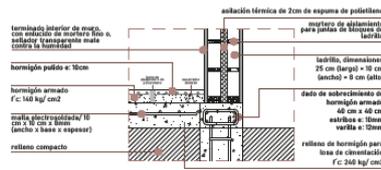
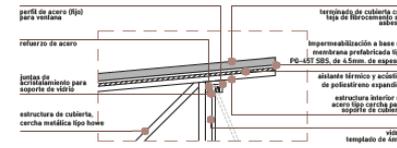
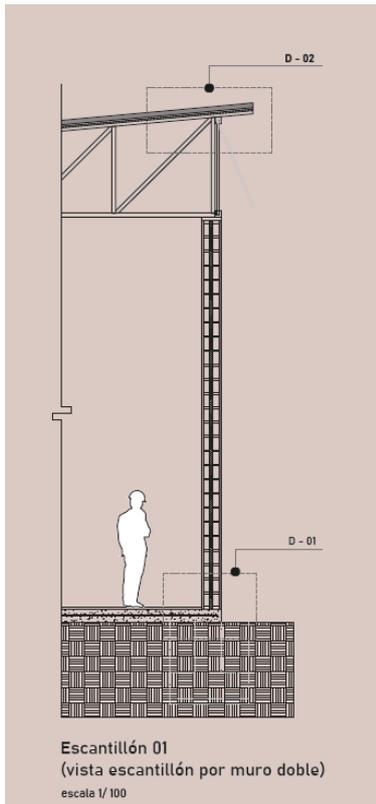
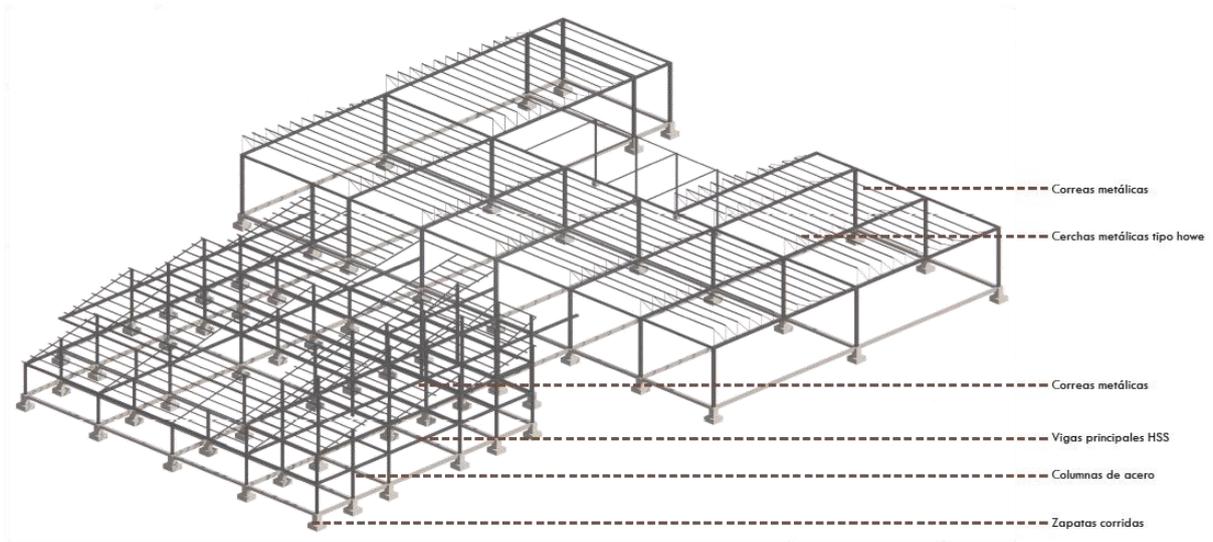


Figura 131. Detalles Constructivos, 2021

## Anexo 55



## Anexo 56

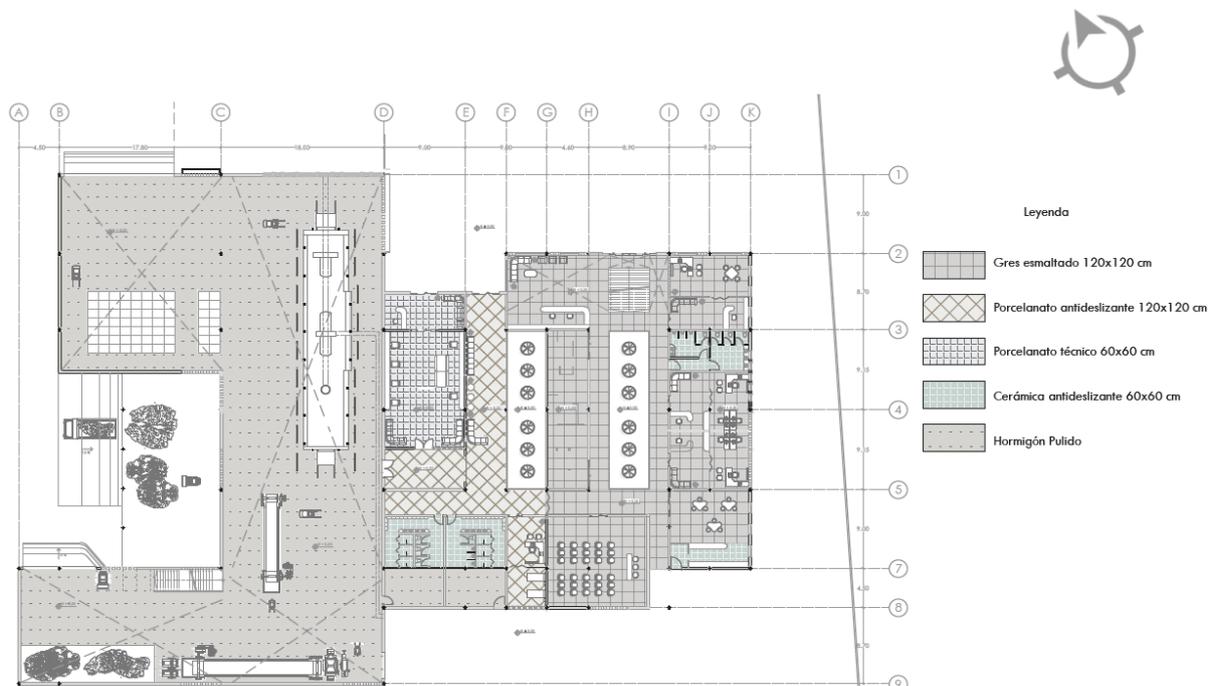
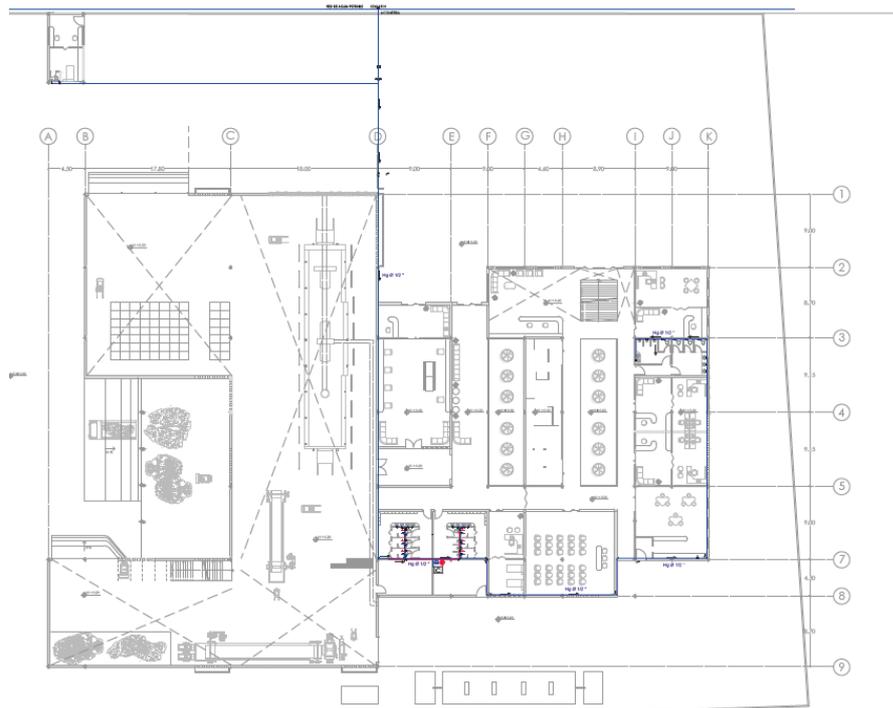


Figura 133. Materialidad acabados de pisos, 2025

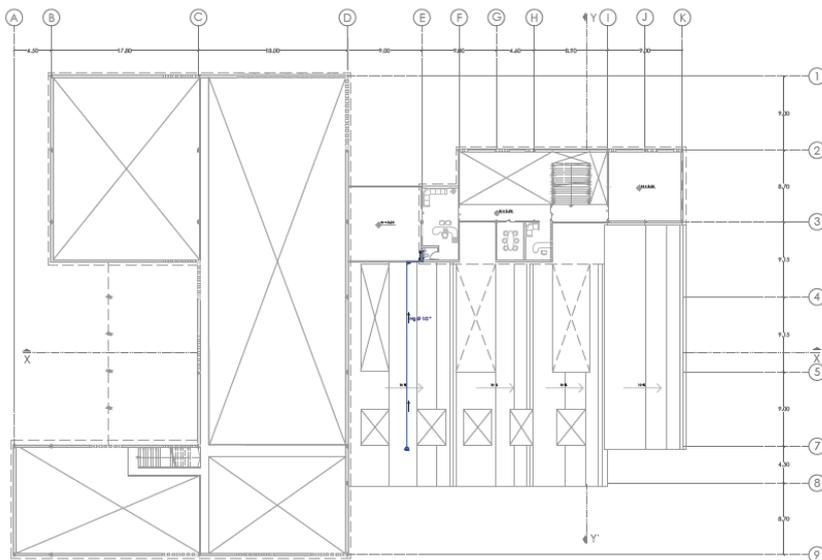
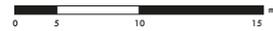
0 5 10 15 m

# Anexo 57

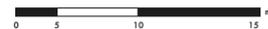
MANUEL ZAVALA



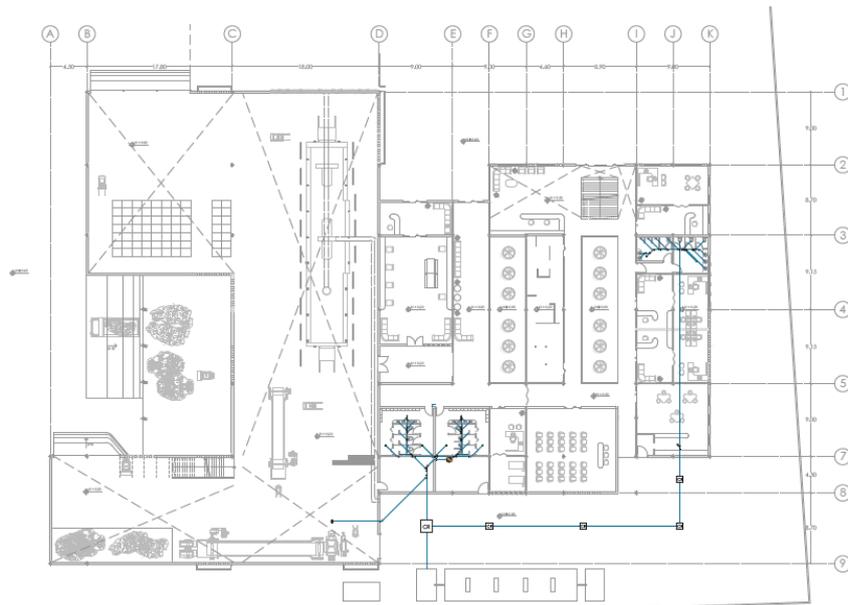
SIMBOLOGÍA	
	Columna A. Fria
	Columna A. Caliente
	Tubería HG agua fría
	Tubería HG agua caliente
	Calentón a Gas
	Codo 90°
	Tee Flujo directa
	Válvula de compuerta
	Válvula Check
	Medidor de agua
	Llave de acero
	Collarín



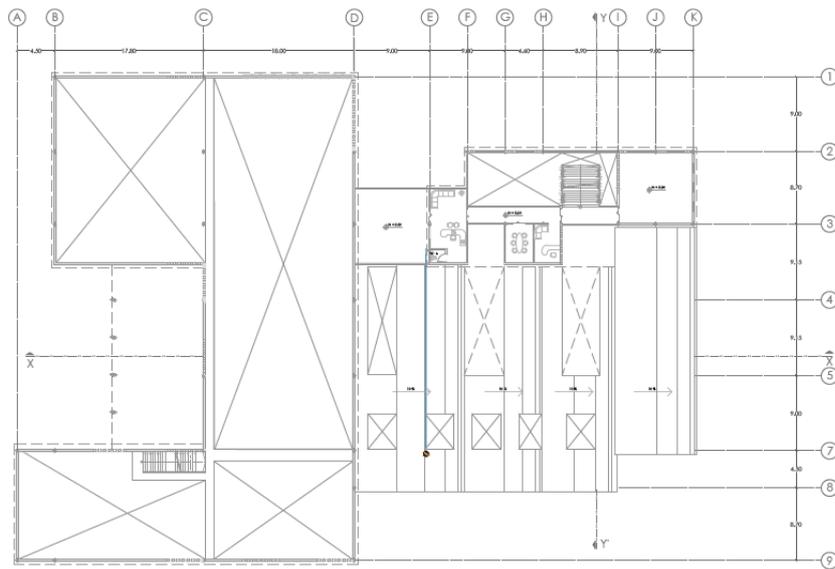
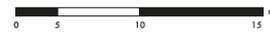
SIMBOLOGÍA	
	Columna A. Fria
	Tubería HG agua fría
	Codo 90°
	Tee Flujo directa



# Anexo 58



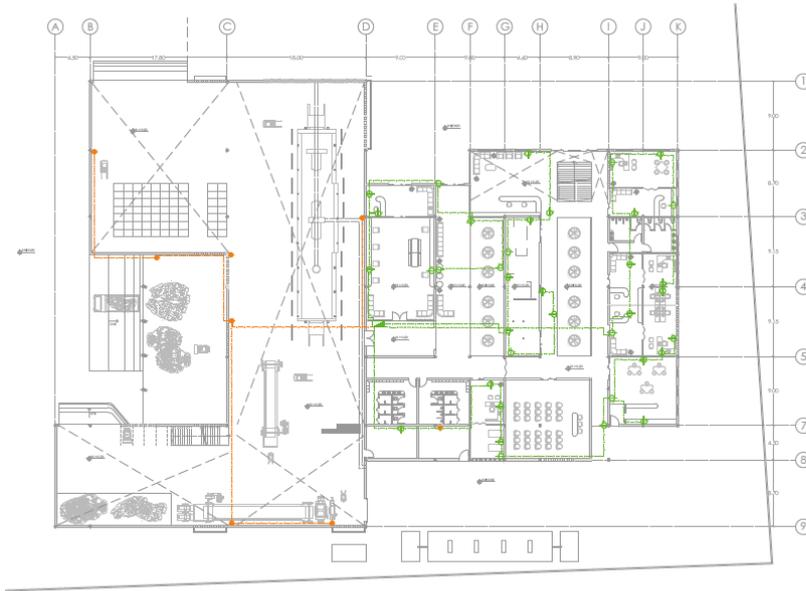
SIMBOLOGIA	
	Bajante aguas servidas
	Tubería aguas servidas
	Sumidero
	Caja de revisión
	Tee 45° flujo directa
	Codo 45°



SIMBOLOGIA	
	Bajante aguas servidas
	Tubería aguas servidas
	Sumidero
	Caja de revisión
	Tee 45° flujo directa
	Codo 45°

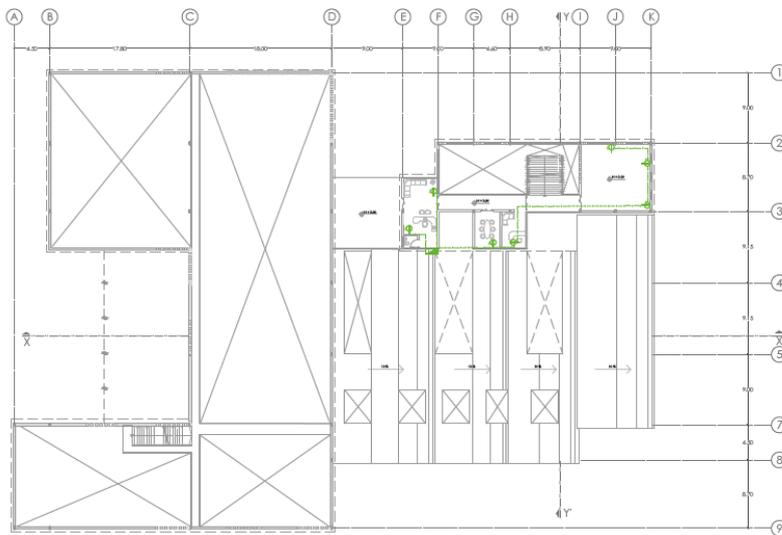
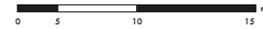


# Anexo 59



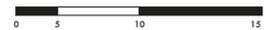
**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANT.
	INTERRUPTOR EMPUJABLE EMERGENCIA Y TEMA	-
	INTERRUPTOR DE CONEXIÓN EMERGENCIA Y TEMA	L.01
	TOCADEROS DE PRUEBA DE AGUA 120V	L.01
	ALUMBRADO DE TECHO	0.40 L.02
	TOCADEROS ESPECIALES 220V	0.40
<b>LÁMPARAS LED:</b>		
	TABLEROS DE REGULACIÓN ELÉCTRICA 0.7 L.01 (S.A.P.), AL BOMBEO	
	POZO DE TANK	
	Táblas PFC de 200W para iluminación	
	Táblas PFC de 250W para iluminación	
	Táblas PFC de 300W para iluminación	

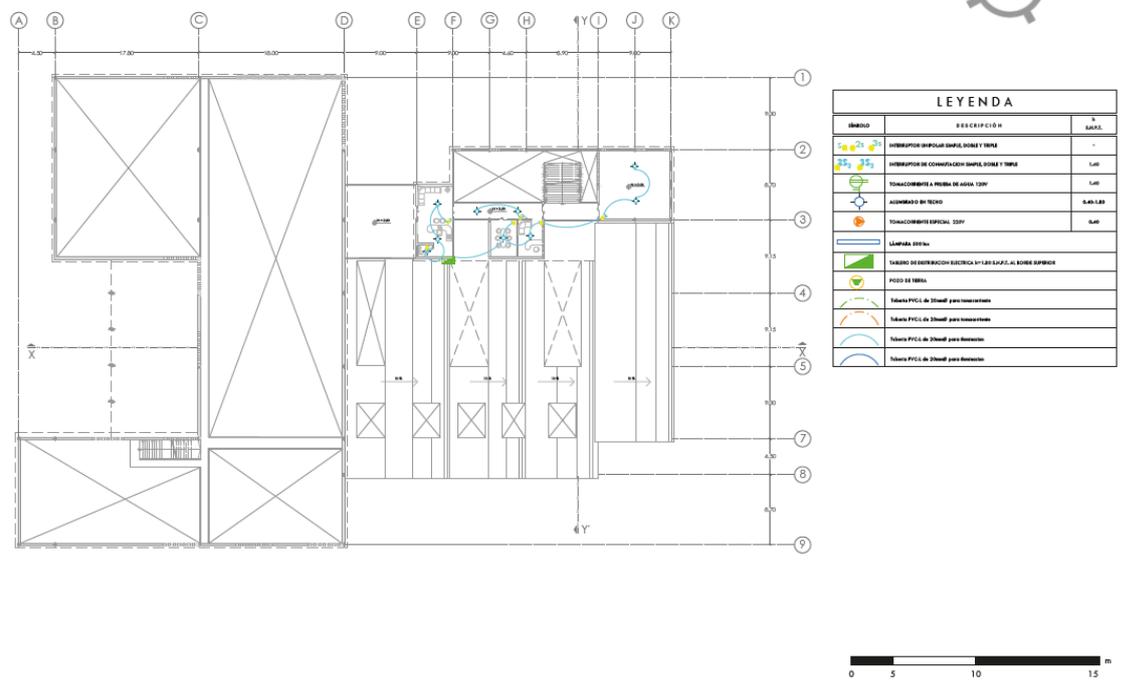
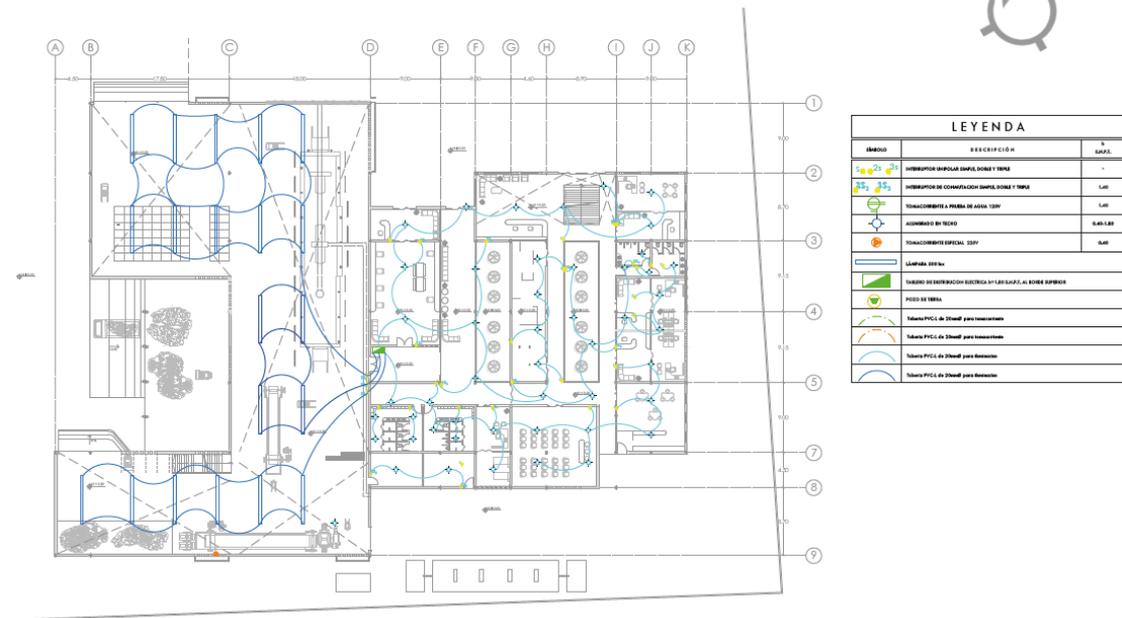


**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANT.
	INTERRUPTOR EMPUJABLE EMERGENCIA Y TEMA	-
	INTERRUPTOR DE CONEXIÓN EMERGENCIA Y TEMA	L.01
	TOCADEROS DE PRUEBA DE AGUA 120V	L.01
	ALUMBRADO DE TECHO	0.40 L.02
	TOCADEROS ESPECIALES 220V	0.40
<b>LÁMPARAS LED:</b>		
	TABLEROS DE REGULACIÓN ELÉCTRICA 0.7 L.01 (S.A.P.), AL BOMBEO	
	POZO DE TANK	
	Táblas PFC de 200W para iluminación	
	Táblas PFC de 250W para iluminación	
	Táblas PFC de 300W para iluminación	



# Anexo 60





## Anexo 63

Los ladrillos pueden producirse a través de tres modos:

**Artesanal:** Ladrillo hecho principalmente a mano, especialmente en el amasado y moldeado.

**Semi - Industrial:** Ladrillo elaborado con ayuda de máquinas simples, como extrusoras de baja presión, aunque aún hay intervención manual. Tiene una superficie más lisa.

**Industrial:** Ladrillo producido completamente con maquinaria que realiza todo el proceso (amasado, moldeado y prensado o extrusión), lo que asegura piezas uniformes.

En relación con el proceso de cocción, los hornos se clasifican en:

**Hornos intermitentes:** Son hornos con cámaras fijas donde los ladrillos permanecen en el mismo lugar durante todo el proceso de cocción y enfriamiento.

**Hornos semi - continuos:** Tienen mayor capacidad que los intermitentes y funcionan de forma parecida, pero con algunas diferencias. La carga de ladrillos se introduce completamente y el aire se evacua por la entrada, su funcionamiento se acerca al de los hornos continuos cuando las quemas son largas, y se asemejan más a los intermitentes cuando son cortas, a veces, son un conjunto de hornos intermitentes que trabajan de manera más constante.

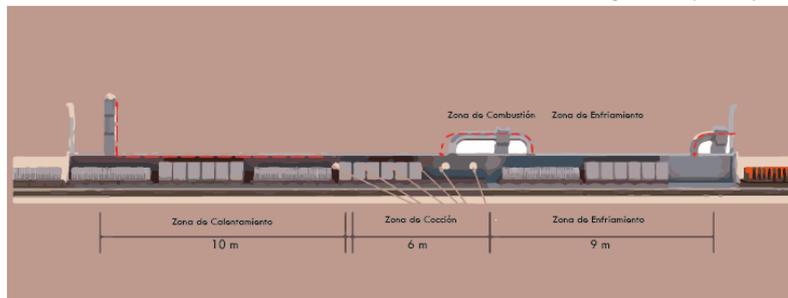
**Hornos continuos:** Están diseñados para trabajar sin interrupciones, permitiendo que la cocción y todas las etapas del proceso se realicen de forma continua, lo que mejora la eficiencia.

Un ejemplo común es el **horno túnel**, cuyas características son:

- Dimensiones externas: longitud de 20 a 120 m; altura de 2 a 3 m, y 3 a 8 m de ancho;
- Capacidad mensual: (> 2 000 toneladas/mes);
- Productos: tejas, ladrillos y baldosas;
- Consumo específico de energía térmica: 341 a 422 Kcal/kg (1,4 a 1,7 MJ/kg);
- Eficiencia térmica: 66%;
- Piezas de primera calidad >95%;
- Pérdidas <1%.
- Reducción drástica en la demanda de energía térmica y de emisión de carbono
- Puede usar varios tipos de combustible
- Posibilidad total de recuperación de calor
- Mejores condiciones de salubridad en el ambiente de la producción
- Mayor productividad
- Mayor velocidad de producción

HORNOS	Caipira	Paulistinha	Abovedado	Hoffman	Cedan	M. Móvil	Túnel
Consumo Específico de leña (st/millar)	1,2 a 1,5	1,25 a 1,7	1,15 a 1,6	0,9 a 1,2	0,6 a 0,7	0,7 a 0,8	0,6 a 0,65
Consumo Específico de Energía (Kcal/kg)	inferior	795	583	536	418	409	397
	superior	1104	914	860	637	545	519
Capacidad promedio por quema	millares	23 a 40	30 a 60	60 a 110	35/cámara	28/cámara	100 a 130 ton/día
Piezas de primera calidad	%	20 a 40	50 a 70	60 a 80	90	90	90
Eficiencia Térmica	promedio (%)	27	35	38	50	54	56
Pérdidas de Producción	promedio (%)	10 a 20	5 a 8	2 a 5	< 2	< 2	< 1
Productos		Te/La	Te/La/Ba/LH	Te/La/Ba	Te/La/Ba/LH	Te/La/Ba/LH	Te/La/Ba/LH
Recuperación de calor	si/no	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Emisión de partículas		Mucho	Poco	Poco	Muy Poco	Muy Poco	Muy Poco
Costo	miles USD	8.3 a 10	33 a 50	33 a 50	250 a 283	133 a 166	150 a 183
					366 a 433		

Figura 138. Hornos para ladrillos, 2024



## Anexo 64

La incorporación de un biodigestor como fuente de biogás para alimentar el horno de cocción de ladrillos, con el objetivo de establecer un modelo de producción más sostenible y eficiente. Esta decisión responde a la necesidad de reducir el uso de combustibles contaminantes, comunes en la industria artesanal local. El biogás, producido a partir de residuos orgánicos agrícolas o ganaderos disponibles en el entorno del cantón Clambo, permitirá una combustión más limpia, continua y controlada, optimizando el rendimiento térmico del horno.

Además, al tratarse de una fuente energética renovable y generada in situ, se reducen los costos operativos a mediano plazo y se refuerza el enfoque de economía circular, integrando la gestión de residuos con la producción ladrillera. Esta estrategia no solo mejora la eficiencia energética del sistema, sino que también contribuye a la mejora de las condiciones laborales, la salud comunitaria y la sostenibilidad del proyecto.

- Durabilidad
- Prefabricado
- Modular
- Variedad de tamaños
- Fácil operación y mantenimiento

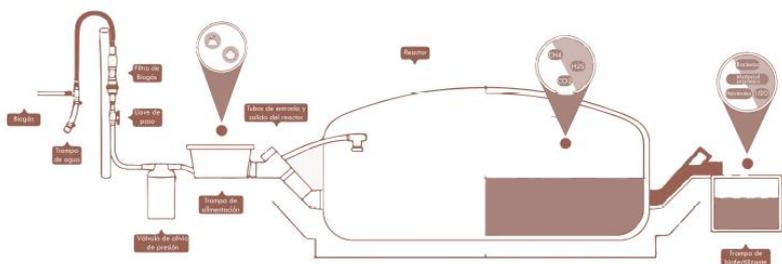


Figura 140. Esquema Biodigestor, 2024



Figura 141. Biodigestor, 2024



Figura 142. Área Biodigestor, 2024

	CLIMA		
	Cálido (>23°C)	Templado (15°C a 23°C)	Frío (10°C a 15°C)
<b>Si tiene</b>			
Vacas (estabuladas)	18	13	9
<b>Lo que ingresa (diario)</b>			
Cubetas de estiércol (20 L)	18	13	9
Cubetas de agua (20 L)	35	27	18
<b>Lo que sale (diario)</b>			
Horas de biogás*	20	15	8
Litros de biofertilizante	105	790	540

Figura 143. Requerimientos Biodigestor, 2024

## Anexo 65

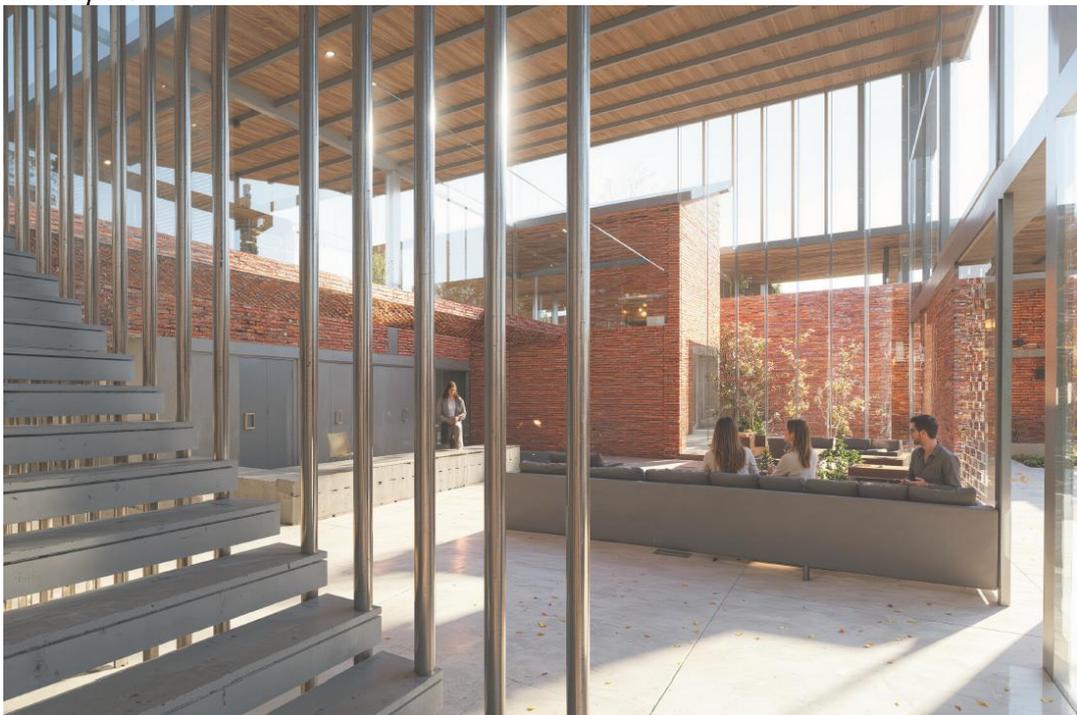
Categoría	Ladrillera Tradicional	Propuesta
Uso de materia prima	Extracción desordenada	Aprovechamiento racional, con zonificación
Tecnología de cocción	Hornos artesanales (combustión manual con leña)	Horno túnel automatizado
Consumo energético	Alto consumo de leña: hasta <b>10 kg/kg de arcilla</b>	Combustible: Biogas
Eficiencia térmica	52%	88%
Emisiones contaminantes	Emisiones hasta: <b>550 mg/Nm<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub></b> y partículas	Emisiones hasta: <b>260 mg/Nm<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub></b> ; pero reducidas hasta <b>13 mg/Nm<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub></b> uso de sistema Filtrovivo
Gestión ambiental	Sin control de emisiones ni manejo de residuos	Manejo de residuos, control ambiental
Capacidad de producción	Aprox. <b>40 000 piezas/mes</b>	Hasta <b>300 000 piezas/mes</b>
Tiempo de cocción	3 a 5 días	Hasta 24h
Calidad del producto	~75% piezas de primera calidad	>95% piezas de primera calidad
Pérdida por defectos	<5%	<1%
Condiciones laborales	Esfuerzo físico intenso, ni seguridad	Reducción de esfuerzo físico y equipo de seguridad
Impacto social	Empleos informales, sin capacitación	Capacitación técnica, fortalecimiento del oficio, participación comunitaria
Modelo de operación	Individual, sin asociatividad	Modelo asociativo y cooperativo
Costo operativo	Alto por ineficiencia, pérdida y mano de obra	Más bajo por automatización, eficiencia y reducción de pérdidas

Anexo 66

*Vista frontal*



*Vista a recepción*



*Vista jardín interior*



*Vista Producción - Carga de producto final*

