

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

GESTIÓN DE RESIDUOS DE UNA GRANJA PORCÍCOLA

**PRE-DIMENSIONAMIENTO DE LA VIVIENDA PARA
ALOJAMIENTO DEL PERSONAL, DEL ÁREA PARA LA CRIANZA
DE CERDOS Y DE LA INFRAESTRUCTURA BÁSICA (AGUA,
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL)**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL**

DAYANA LISBETH VÁSQUEZ NAVARRETE

dayavasquez_5@hotmail.com

DIRECTOR: CESAR ALFONSO NARVAEZ RIVERA

cesar.narvaez@epn.edu.ec

DMQ, agosto de 2022

CERTIFICACIONES

Yo, DAYANA LISBETH VÁSQUEZ NAVARRETE declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



DAYANA VÁSQUEZ

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por DAYANA LISBETH VÁSQUEZ NAVARRETE, bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:
**CESAR ALFONSO
NARVAEZ RIVERA**

**Ing. M.Sc. CESAR NARVAEZ
DIRECTOR**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

DAYANA VÁSQUEZ

CESAR NARVAEZ

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por darme una maravillosa familia y por permitir que cumpla con esta meta propuesta en mi vida.

A mi madre Lilian, ya que sin ella no lo habría logrado; su bendición de todos los días a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien.

A mi abuelita Matilde por cuidarme y brindarme todo el amor y cariño de una madre.

A mi esposo Fernando por su apoyo incondicional, sus ánimos para seguir adelante y por brindarme todo su amor y confianza.

Esto es posible gracias a ustedes.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza para trabajar con dedicación y constancia.

A mi madre por ser mi apoyo siempre que lo necesito, por confiar en mí, tenerme paciencia y sobre todo por ser mi fuerza, inspiración y ejemplo a seguir. Gracias mamita.

A mi abuelita por tenerme siempre presente en todas sus oraciones y a mi hermano Sebastián por apoyarme cuando más lo necesito.

A mi esposo por no dejarme vencer ni caer, por caminar siempre a mi lado y por estar incondicionalmente en los momentos buenos y malos.

A mi director de trabajo Ing. César Narváez que con su guía, conocimiento, paciencia y enseñanzas pude desarrollar y culminar el proyecto de la mejor manera.

A todos los docentes de la carrera de ingeniería ambiental, gracias por su ardua labor y todos sus conocimientos y enseñanzas compartidas.

A mis compañeros de carrera y a mis amigos por compartir tantos momentos de alegría y cariño, por ayudarme de manera desinteresada y estar presentes cuando más lo necesitaba; quiero agradecer en especial a mi gran amiga Fátima por ser mi confidente, mi pañuelo de lágrimas y mi hermana, gracias por extender su mano en momentos difíciles y no permitir que desmaye ni me rinda, siempre ocupará un lugar muy especial en mi corazón.

Muchas gracias a todos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance.....	3
2 MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Unidades Porcinas Adultas (UPOA's).....	3
2.2 Instalaciones de la Granja Porcina.....	5
2.2.1 Principales factores para el diseño de una granja porcina	6
2.2.2 Instalaciones de la producción porcina	7
3 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL ECUATORIANO	13
3.1 Constitución de la República del Ecuador	13
3.2 Código Orgánico de Ambiente (COA)	14
3.3 Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario	14
3.4 Guía de Buenas Prácticas Porcícolas	15
3.5 Manual de Bioseguridad	17
4 METODOLOGÍA.....	18
4.1 Caracterización mediante Unidades Porcinas Adultas	18
4.2 Instalaciones de alojamiento del personal de la granja porcina	19
4.2.1 Dimensiones para el diseño de la estructura	20
4.3 Instalaciones de alojamiento de los animales de la granja porcina	21
4.3.1 Dimensiones para el diseño de la infraestructura de los galpones de la granja porcina.....	21
4.3.2 Dimensiones de elementos complementarios	22
4.4 Instalaciones complementarias necesarias en la granja porcina	23
4.4.1 Tanque de reserva de agua potable.....	23
4.4.2 Instalaciones Hidrosanitarias	25

4.4.3	Instalaciones para tratamiento de desechos	26
5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	28
5.1	Plano general de la granja porcícola	28
5.2	Instalaciones de alojamiento del personal de la granja porcina	28
5.2.1	Resultados	28
5.2.2	Discusión de Resultados.....	32
5.2.2.1	Dimensiones de elementos complementarios	33
5.3	Instalaciones de alojamiento de los animales de la granja porcina	37
5.3.1	Resultados	37
5.3.2	Discusión de Resultados.....	43
5.3.2.1	Dimensiones de elementos complementarios	44
5.4	Instalaciones complementarias necesarias en la granja porcina	47
5.4.1	Tanque elevado de reserva de agua potable	47
5.4.1.1	Resultados.....	47
5.4.1.2	Discusión de Resultados	50
5.4.2	Instalaciones Hidrosanitarias	50
5.4.2.1	Agua Potable	50
5.4.2.2	Pluvial.....	51
5.4.2.3	Desagüe.....	52
5.5	Costos	54
5.5.1	Resultados	54
5.5.1	Discusión de Resultados.....	58
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
6.1	Conclusiones	58
6.2	Recomendaciones.....	59
	BIBLIOGRAFÍA	60
	ANEXOS	62
	ANEXO I.....	63
	ANEXO II.....	65

RESUMEN

El presente Componente del Trabajo de Integración Curricular propone el diseño de la construcción de una granja porcícola de carácter familiar comercial, con el fin de aprovechar y distribuir de mejor manera los espacios de un terreno, establecer sitios e instalaciones apropiadas para resguardar la salud y bienestar de las personas y animales, y para optimizar costos en la construcción considerando rendimiento y eficiencia de los materiales. La categorización de la granja se la realizó mediante las Unidades Porcinas Adultas (UPOA's), y al proponer un número total de 50 cerdos se categoriza como una granja familiar comercial.

La granja porcícola tiene un área total de $3375 m^2$ y se divide en dos zonas, la primera zona es la del personal que labora (6 trabajadores en total, distribuidos en 4 obreros, 1 administrador y 1 cocinero); esta zona está compuesta por una oficina, un cuarto de almacenamiento de medicamentos, una cocina, un comedor, dos dormitorios, cuartos de baño, ducha, lavandería y bodega de alimentos. Mientras que la segunda zona es la de los animales y está compuesta por un galpón principal (corrales de gestación, maternidad, destete y crecimiento, engorde, venta y verracos), el cuarto de desinfección y el galpón de cuarentena. También se implementó Instalaciones Hidrosanitarias (agua potable, desagüe y pluvial), y para la reserva del agua potable la granja cuenta con un tanque elevado de hormigón.

Finalmente, realizando un análisis de costos, edificar la granja tendría un valor aproximado de \$107 596,86 sin tomar en cuenta la construcción de los tanques de tratamiento y los lechos de secado; y por metro cuadrado tendría un valor de \$240,00.

ABSTRACT

This Component of the Curriculum Integration Work proposes the design of the construction of a commercial family pig farm, to take advantage of and better distribute the spaces of a land, establish appropriate sites and facilities to protect the health and well-being of people and animals, and to optimize construction costs considering performance and efficiency of materials. The categorization of the farm was carried out through the Adult Swine Units (UPOA's), and by proposing a total number of 50 pigs, it is categorized as a commercial family farm.

The pig farm has a total area of $3,375 \text{ m}^2$ and is divided into two zones, the first zone is that of the working personnel (6 workers in total, divided into 4 workers, 1 administrator and 1 cook); this area is made up of an office, a medicine storage room, a kitchen, a dining room, two bedrooms, a bathroom, a shower, a laundry room and a food storage room. While the second area is for the animals and is made up of a main shed (gestation, maternity, weaning and growth pens, fattening, sale and boars), the disinfection room and the quarantine shed. Hyposanitary facilities (drinking water, drainage and rainwater) were also implemented, and for the reserve of drinking water the farm has an elevated concrete tank.

Finally, performing a cost analysis, building the farm would have an approximate value of \$107,596.86 without taking into account the construction of the treatment tanks and the drying beds; and per square meter it would have a value of \$240.00.

1 INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial de la producción de cerdos como consumo de fuente de proteína de alta calidad, ha ido presentando un incremento en los países que se encuentran en desarrollo, por lo cual esta actividad debería estar acompañada necesariamente de distintos factores como sustentabilidad, bajo impacto ambiental y bienestar del animal. (González, 2006)

El elemento fundamental en los sistemas de producción porcina son las instalaciones de la granja, tanto la parte utilizada por el personal, así como la utilizada por los animales; además se debe tomar en cuenta la característica de la línea genética de los cerdos, la mano de obra y la capacidad del productor. (Huerta Crispín & Gasa, 2013) Los galpones de cerdos deben estar diseñados y construidos apropiadamente con el fin de mantener una buena salud y el bienestar de los cerdos, y así alcanzar el máximo rendimiento y ahorro en los costos laborales. Es necesario tomar en cuenta que un galpón no mejora la salud de los cerdos, ya que depende del cuidado y alimentación de estos, pero un galpón “pobre” evidentemente incrementará el riesgo de enfermedades y por lo tanto los gastos aumentarán. Si el entorno es incómodo, el cerdo se somete a estrés, y esto lo hace propenso a contraer infecciones. (Babot , y otros, 2020)

El concepto de diseño de alojamientos es muy importante, y desde un principio la noción de su construcción debe ser clara, ya que una vez implementado es difícil cambiarlo o adaptarlo, especialmente en granjas donde no existe el espacio suficiente y éste debe ser optimizado. Para las etapas de crecimiento y engorde de los cerdos, se tiene que el 90% de casos de productores aplican sistemas de crianzas sobre piso de concreto, en espacios pequeños que son deficientes para el bienestar del animal, pero hablando a gran escala para productores industriales, se maneja las excretas en forma líquida, teniendo una limpieza diaria de los corrales, con grandes áreas para el almacenamiento de estos residuos y aplicando sistemas de tratamiento costosos. Sin embargo, en América Latina, se tiene que el 28% de la producción de cerdos se desarrolla en sistemas de traspatio, rural o de autoabastecimiento (a baja escala), mientras que la porcicultura industrial va tomando más terreno y con ello se ocasiona una serie de problemas, como por ejemplo, en la salud debido a que en granjas industriales comúnmente se da un grado de hacinamiento, que consecuentemente trae un alto índice de enfermedades en los animales que provoca un uso desmedido de antibióticos y con esto inevitablemente se tendrá problemas en el medio ambiente, en el bienestar del animal y como ya se mencionó, se requiere de fuertes inversiones, y con todo lo antes mencionado se torna muy difícil que los pequeños productores se mantengan en este labor. (Montero López, y otros, 2015)

Por su naturaleza, el cerdo es una especie doméstica muy sensible a climas extremos y por este motivo es necesario brindarle alojamiento para conservar su salud y consecuentemente obtener resultados positivos en su producción y venta. Pero el crecimiento poblacional y el alto costo de la tierra ha provocado que la producción de cerdos en instalaciones adecuadas, tienda a generalizarse y es ahí de la importancia de adoptar instalaciones que satisfagan las necesidades de los animales. Al hablar sobre costos de construcción, esta depende de cada localidad y el tipo de explotación animal que se vaya a aplicar, es así como en climas cálidos las construcciones son menos costosas a comparación de los climas fríos, ya que estos sitios necesitan instalaciones cerradas para proporcionar mayor control ambiental. Para minimizar los costos, los materiales utilizados deben ser de fácil obtención, que se encuentren en la región y que los precios sean bajos pero que, al mismo tiempo sean de una buena resistencia y larga duración, especialmente con el material que va a tener contacto directo con los animales. (Carrero G., 2005)

1.1 Objetivo general

Analizar y diseñar sistemas para la gestión efectiva de los residuos sólidos y líquidos de una granja porcícola de carácter comercial - familiar con el fin de mitigar el impacto ambiental, reducir costos en su implementación y proporcionar las herramientas adecuadas para que los interesados en este tipo de proyectos puedan obtener la información necesaria sobre la ejecución de esta actividad.

1.2 Objetivos específicos

1. Diseñar la edificación, distribución, lugares de almacenamiento y sistema de entrega de los residuos a los métodos de tratamiento de una granja porcícola de carácter familiar comercial.
2. Establecer lugares e instalaciones apropiadas en la granja porcícola con el fin de resguardar la salud y el bienestar de las personas y los animales, y minimizar impactos ambientales.
3. Optimizar costos de materiales y estructuras necesarias para la construcción de la granja porcícola, considerando su eficiencia y rendimiento.

1.3 Alcance

Este componente del proyecto se enfoca en la edificación, distribución, almacenamiento y diseño de los sistemas de entrega de los residuos hacia los distintos métodos de tratamiento implementados en una granja porcícola, teniendo siempre en cuenta la salud y el bienestar tanto del personal que trabaje en la granja, así como de los animales que se encuentren ocupándola. Con este trabajo se pretende dar una propuesta para el uso eficiente del espacio en una granja porcícola, reducir y optimizar costos, y brindar una opción de construcción factible para negocios pequeños, ya que el trabajo se proyecta para emprendimientos familiares de carácter comercial.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Unidades Porcinas Adultas (UPOA's)

AGROCALIDAD proporciona la clasificación de las granjas porcícolas por tamaño para seleccionar las diferentes alternativas de tratamiento de residuos y mantener un registro de estas; trata sobre la Unidad Porcina Adulta (UPOA) que es igual a un cerdo macho adulto empleado para la reproducción (verraco). (AGROCALIDAD, 2012) A continuación, se presenta una tabla de equivalencias:

Tabla 1. Equivalencias en UPOA's

TABLA DE EQUIVALENCIAS UPOA's	
Categoría etaria	Equivalencia en UPOA
Verraco	1
Cerdo de engorde	0.8
Madre	0.8
Chanchilla	0.6
Levante	0.6
Lechón	0.1

Fuente: (AGROCALIDAD, 2012)

Para clasificar al tipo de granja según su cantidad de UPOA's (estrato productivo), AGROCALIDAD desarrolló una categorización de granjas por sistemas de producción y Unidades Porcinas Adultas (UPOA's). (AGROCALIDAD, 2012)

Tabla 2. Clasificación de granjas por UPOA

CLASIFICACIÓN DE GRANJAS POR UPOA		
Categoría		Número de UPOA's
Familiar	Familiar pequeño	1 a 10
	Familiar comercial	11 a 30
Comercial	Comercial pequeño	31 a 80
	Comercial mediano	81 a 100
	Comercial grande	101 a 300
Industrial	Industrial	301 a 600
	Industrial integrado	Mayor a 600

Fuente: (AGROCALIDAD, 2012)

- **EJEMPLO**

Una granja porcina quiere conocer la cantidad de UPOA a las que corresponden 52 cerdos de diferentes edades y así conocer la categoría correspondiente de la granja. En la siguiente tabla se describe la conversión en UPOA de los 52 cerdos:

Tabla 3. Ejemplo de conversión a UPOA

Denominación	A	B	C
Categoría etaria	# de cerdos en granja	Equivalencia en UPOA	# UPOA en granja
Cerdo de engorde	5	0.8	4
Madre	5	0.8	4
Chanchilla	5	0.6	3
Levante	15	0.6	9
Lechón	20	0.1	2
TOTAL	52	-	24

Fuente: (AGROCALIDAD, 2012)

Fórmula: $A \times B = C$

↓
Granja Familiar

Se obtiene 24 UPOA's de la granja de 52 cerdos, que viene a clasificar a la granja en la categoría de Familiar comercial. (AGROCALIDAD, 2012)

2.2 Instalaciones de la Granja Porcina

Se conoce como criadero de cerdos a la agrupación de equipos y edificios que se dedican a la productividad de carne de buena calidad. La construcción abarca desde los sitios destinados al alojamiento de los animales como maternidad, gestación, cuarentena, etc., así como aquellos sitios utilizados para actividades adicionales como viviendas, oficinas, depósitos, etc. Y no se puede omitir que la granja también necesita de infraestructura necesaria para su funcionamiento como sistemas de tratamiento de purines, reservas de agua, etc. (MDP, 2014) Es necesario mencionar que para un buen funcionamiento y control de la granja porcina debe existir equilibrio entre los factores que afectan a la producción y estos factores son:

- **Equipo humano:** Se refiere a todo el personal que va a trabajar en la granja, tanto administrativo, como obrera y de limpieza.
- **Manejo:** Una buena administración y la distribución adecuada y ordenada del trabajo ayudarán con el progreso de la granja.
- **Sanidad:** Es de vital importancia mantener las instalaciones lo más limpias posibles y así evitar contagios y enfermedades tanto de los animales como del personal.
- **Genética:** La calidad del animal no sólo depende del tipo de alimento que se le dé, sino que también su raza y de donde provengan influirá.
- **Nutrición:** Los animales deben ser alimentados con comida de calidad, al igual que proporcionados con vitaminas.
- **Instalaciones:** Son el factor más importante en el programa de inversiones para la construcción de la granja, ya que estas deben ser creadas con una vida útil larga, de buena calidad y con proyección a un crecimiento futuro. (MDP, 2014)

No se debe tomar a la ligera el diseño de la granja al momento de establecer la empresa.



Figura 1. Corrales de una Granja Porcina

Nota. Adaptado de *Producción porcina en Portuguesa garantizará distribución de pernils a través de los CLAP* [Fotografía], por VTV CANAL 8, 2020, Twitter (<https://twitter.com/vtvcanal8/status/1329768958371749888?lang=ca>).

2.2.1 Principales factores para el diseño de una granja porcina

- 1) Ubicación:** Las instalaciones deben ser construidas preferiblemente en un terreno alto, alejado de las localidades urbanas, con buen drenaje y fuente de agua.
- 2) Clima:** La orientación de los vientos es un factor primordial que se debe tomar en cuenta para los malos olores. Para los climas cálidos tropicales se necesita de ambientes frescos y ventilados para la construcción y por este motivo son menos costosas que en los climas fríos, ya que en estos los lechones y cerdos necesitan de fuentes de calor.
- 3) Sistema de explotación:** Según el sistema de producción (ciclo completo, segregado en tres sitios) que se aplique o el grado de tecnificación (en confinado intensivo, extensivo o mixto), va variando los costos en las instalaciones.
- 4) Tipos de producción:** Por ejemplo, si una granja va a trabajar solamente como criadero de cerdos para engorde, requiere como mínimo las instalaciones de corrales de gestación, maternidad, desarrollo y engorde, y cada corral con sus respectivos comederos y bebederos.
- 5) Necesidades de espacio vital:** Aquí se determina la cantidad de equipos porcícolas, infraestructura y tamaño de las instalaciones. Es muy importantes calcular el número de espacios vitales para cada etapa de producción y crecimiento según el número de animales.
- 6) Necesidades de agua:** El consumo de agua de los animales y la limpieza de las instalaciones necesitan de un suministro de agua eficaz y de buena calidad.
- 7) Manejo de desechos:** Con el fin de evitar contaminar el medio ambiente, producir un exceso de malos olores y aprovechar los desechos generados por la granja porcina, se debe planear con mucho cuidado la eliminación y el aprovechamiento de los desechos de la granja por medio de tratamientos como biodigestores, lechos de secado, lagunas de oxidación, etc. y de este modo también evitar problemas legales de multas o demandas. (Huerta Crispín & Gasa, 2013)

El objetivo principal de las instalaciones porcícolas es brindar a los animales el máximo confort climático, físico y social con el fin de llegar al nivel de producción deseado. También es importante que se facilite el trabajo y se minimice el riesgo tanto del personal como del veterinario; las instalaciones representan una inversión económica inicial muy importante que va a necesitar de un constante mantenimiento, pero un buen trabajo por parte de todo el personal va a recompensar todos estos gastos. (Huerta Crispín & Gasa, 2013)

2.2.2 Instalaciones de producción porcina

Las edificaciones de la granja dependen del número y tipo de animales que la vayan a ocupar, sin embargo, para la construcción siempre se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a)** La localización de cada grupo por etapas de los animales (gestación, maternidad, destete y crecimiento, engorde) con el fin de minimizar y facilitar el traslado dentro y fuera de los galpones.
- b)** El volumen, refiriéndose a la superficie total y útil de los animales, que a la par con el tamaño de grupos, distribución de utilería y tipo de suelo, se construye la base para el control social y físico de los cerdos.
- c)** Y para las características propias de la construcción que permiten un control adecuado de la temperatura en el espacio interior se tiene:
 - 1. Grado de aislamiento térmico proporcionado por cubiertas, suelos, paredes, ventanas y puertas.
 - 2. El método de ventilación aplicado y el mecanismo de control.
 - 3. Y los sistemas de calefacción y/o de refrigeración instalados. (Huerta Crispín & Gasa, 2013)



Figura 2. Instalaciones de producción porcícola

Nota. Adaptado de *Instalaciones: Características. Ventajas y desventajas* [Fotografía], por, INTA Pergamino, 2011, Porcicultura. (<https://www.porcicultura.com/destacado/Instalaciones:-Caracter%C3%ADsticas.-Ventajas-y-desventajas>).

Como principales instalaciones para la producción de los cerdos en la granja se tiene:

1) Área de Gestación

Área ocupada por cerdas en celo, inseminadas, destetadas y cerdas de reemplazo; que consiste en corrales rectangulares con una o dos filas de jaulas individuales para cada cerda para así poder mantener un control del animal desde su inseminación hasta su traslado al área de maternidad. Se recomienda jaulas de tamaño de 0.65 metros de ancho por 2.20 metros de largo; estos corrales deben poseer una buena ventilación y los pisos deben tener un desnivel mínimo de un 3% con el fin de evitar excesiva humedad y encharcamientos de los purines. (MDP, 2014)



Figura 3. Área de gestación

Nota. Adaptado de Área de Gestación (Hotal de Gestación porcina) [Fotografía], por Granja Porcina Cris AGROVA, 2020, Youtube (https://www.youtube.com/watch?v=kIX56a6I_aA).

- **Jaula de Gestación**

Diseñada para alojar a la cerda en su estado de pos-inseminación hasta su cambio a la sala de maternidad (100 días aproximadamente); con este diseño se chequea de mejor manera el consumo de alimento, hacer un diagnóstico de preñez efectivo y evitar el maltrato entre cerdas. (MDP, 2014)



Figura 4. Jaula de Gestación

Nota. Adaptado de *JAULAS. BOXES DE GESTACIÓN* [Fotografía], por Equipamiento para Ganadería Livestock Equipment, s.f., Eurogan (https://www.eurogan.com/es/productos-detalle.php?id_pro=6).

2) Módulos de Maternidad

En esta área se alojan las cerdas preparto hasta todo el periodo de lactancias (aproximadamente desde los 21 a 28 días). Puede medir 1.80 metros de ancho por 2.40 metros de largo, ya que se debe incluir el espacio ocupado por los lechones y la pendiente recomendada para el piso es mínimo del 10% para favorecer la limpieza. Es de suma importancia tomar en cuenta la temperatura aplicada en este espacio, así como el confort proporcionado tanto para la madre como para los lechones. (MDP, 2014)



Figura 5. Módulo de maternidad

Nota. Adaptado de *Manejo de la Gestación y Maternidad en la Granja Porcina* [Fotografía], por School of veterinary medicine, s.f., Tech (<https://www.techtitute.com/techtitute/cursos/012139029/recursos/banner/experto-universitario-manejo-gestacion-portada.jpg>).

3) Área de destete y crecimiento

En esta área se tiene corrales rectangulares y es recomendable un espacio de $0.45 m^2$ por cerdo y un alojamiento de 18 a 20 cerdos ya que su edad va de 4 hasta 10 semanas. Las medidas aproximadas del corral son de 2 metros por 4.20 metros de largo y se sugiere el uso de cortinas para manejar la temperatura ambiente y las corrientes de aire. Como en esta etapa se maneja altas densidades de población, debe existir una buena ventilación, con áreas reforestadas y techos altos para garantizar calidad en el ambiente. (MDP, 2014)



Figura 6. Área de destete y crecimiento

Nota. Adaptado de *Horario de Actividades y Lista de Revisión en Granjas Porcinas* [Fotografía], por G. Gómez Tenorio, 2019, BM Editores (<https://bmeditores.mx/porcicultura/horario-de-actividades-y-lista-de-revision-en-granjas-porcinas-2418/>).

4) Área de engorde

Esta zona es ocupada por cerdos de 10 semanas hasta 23 semanas de edad, con medidas de 3.5 metros de ancho por 5.80 metros de largo aproximadamente, ocupando espacio de $1.20 m^2$ por cerdo y con una densidad de 15 a 20 cerdos por corral. En lo posibles los corrales deben ser rectangulares, techados, con piso de hormigón y con una pendiente de 5% para facilitar su limpieza. (MDP, 2014)



Figura 7. Área de engorde

Nota. Adaptado de *Instalaciones para porcinos* [Fotografía], por R. Huerta, 2020, Engormix (<https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/instalaciones-porcinos-t45160.htm>).

5) Área de los cerdos verracos

La zona debe estar ubicada lo más cerca al área de gestación y cada verraco ocupará su corral individual con espacio mínimo de 5 m², las paredes con un alto mínimo de 1.50 metros para evitar que escapen y para los pisos se sugiere pendientes de 5%. (MDP, 2014)



Figura 8. Área de engorde

Nota. Adaptado de *Importancia de la sanidad en la calidad del semen porcino fresco* [Fotografía], por V. Secundino, 2016, El Sitio Porcino (<https://www.elsitioporcino.com/articulos/2727/importancia-de-la-sanidad-en-la-calidad-del-semen-porcino-fresco/>).

6) Área de venta

El área de venta tiene las mismas características del área de engorde, pero se debe tomar en cuenta medidas de seguridad específicas ya que al momento de llegar los clientes a comprar los animales pueden traer en sus zapatos bacterias obtenidas de otras granjas que pueden causar enfermedades en estos, por lo que es primordial aplicar controles de bioseguridad si la zona está cercana a los demás corrales de la granja, o lo más óptimo es construirla en un área fuera del perímetro de los demás corrales. (MDP, 2014)



Figura 9. Área de venta

Nota. Adaptado de *Costos de producción en porcicultura* [Fotografía], por M. Carvajal, 2012, Porcicultura (<https://www.porcicultura.com/destacado/Costos-de-produccion-en-porcicultura>).

7) Área de cuarentena y aclimatación

Esta zona tiene similares características que el área de engorde y las paredes con a mismas medidas de los corrales de los verracos. Es muy importante que se encuentre un poco alejada de los demás galpones para evitar cualquier tipo de contagio al igual que mantener una buena limpieza del personal al momento de ingresar y salir de esta zona. (MDP, 2014)



Figura 10. Área de cuarentena y climatización

Nota. Adaptado de Recomendaciones para el control de la diarrea asociada a Coronavirus Porcinos (Diarrea Epidémica Porcina y Delta Coronavirus Porcino) [Fotografía], por M. Carvajal, 2016, Porcicultura (<https://www.porcicultura.com/destacado/Recomendaciones-para-el-control-de-la-diarrea-asociada-a-Coronavirus-Porcinos-%28Diarrea-Epidemica-Porcina-y-Delta-Coronavirus-Porcino%29>).

8) Área para Tratamiento de Desechos

Esta área es de suma importancia para la granja, para minimizar la contaminación del ambiente y para evitar problemas legales de multas o demandas. Existen muchos métodos de tratamiento y el que se elija dependerá de la cantidad de personal y animales que existan en la granja. (MDP, 2014)



Figura 11. Área de tratamiento de desechos

Nota. Adaptado de *Alternativa de Tratamiento de las aguas residuales de la unidad porcina (X)* [Fotografía], por J. Ramón, 2018, *Iagua* (<https://www.iagua.es/blogs/jorge-carlos-ramon-diaz/alternativa-tratamiento-aguas-residuales-unidad-porcina-x>).

3 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL ECUATORIANO

3.1 Constitución de la República del Ecuador

En el artículo 3, numeral 5 y 7 se establece como deberes primordiales que el Estado debe erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable, la redistribución equitativa de la riqueza y de los recursos con el fin de acceder al buen vivir; así como proteger el patrimonio cultural y natural del país. (Const., 2008)

Así mismo el artículo 14 menciona el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, donde se garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Y se expone de interés público la preservación del ambiente, la conservación de la biodiversidad y ecosistemas, así como la integridad del patrimonio genético, prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Const., 2008)

Con el artículo 15 se pretende por parte del Estado que promueva en el sector tanto público como privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. (Const., 2008)

El artículo 32 determina que la salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. (Const., 2008)

Y el numeral 2 del artículo 66 reconoce el derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad y otros servicios sociales necesarios. (Const., 2008)

3.2 Código Orgánico Ambiental (COA)

En el artículo 2 acerca del ámbito de aplicación, muestra la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales no renovables y de todas las actividades productivas que se rigen por sus respectivas leyes, deberán observar y cumplir con las disposiciones del presente Código en lo que respecta a la gestión ambiental de las mismas. (COA, 2017)

Mientras que en el artículo 3 sobre los fines que debe cumplir el código, el numeral 1 habla sobre regular los derechos, garantías y principios relacionados con el ambiente sano y la naturaleza, previstos en la Constitución y los instrumentos internacionales ratificados por el Estado; el numeral 4 trata sobre establecer, implementar e incentivar los mecanismos e instrumentos para la conservación, uso sostenible y restauración de los ecosistemas, biodiversidad y sus componentes, y recursos naturales; y los numerales 5 y 6 hablan sobre regular las actividades que generen impacto y daño ambiental, a través de normas y parámetros, así como regular y promover el bienestar y la protección animal. (COA, 2017)

3.3 Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Ministerio de Agricultura y Ganadería)

- **Manual de Procedimientos para la Certificación de Granjas de Ganado Porcino**

En el numeral 11 de este manual se encuentra los requisitos para certificación de granjas porcinas. El Certificado Zoonosanitario de Producción y Movilidad – funcionamiento (CZPM-F) de granjas porcinas es otorgada a una persona natural o jurídica, interesada en producir porcinos y que cumple con los parámetros establecidos, y deberá presentar:

1. Oficio de solicitud para la obtención del Certificado Zoonosanitario de Producción y Movilidad - Funcionamiento (CZPM-F) de una explotación porcícola dirigida al director Distrital o jefe de Servicio Agropecuario de la Agencia de la provincia.
2. Copia del RUC o RISE para actividad porcícola.
3. Escritura o contrato de arrendamiento ante notario del predio donde funciona la explotación porcícola.

4. Permiso de uso de suelo emitido por los GAD de su jurisdicción.
5. Planos aprobados, emitidos por la autoridad competente en su jurisdicción (en caso de granjas nuevas).
6. Asesoramiento técnico de un Médico Veterinario Autorizado por la Agencia, que se encuentre registrado en el SENESCYT.
7. Presentar los resultados de exámenes de laboratorio de perfil sanitario realizados en un laboratorio oficial o autorizado por la Agencia. (Vásquez, 2020)

También se expresa que en caso de que un productor esté iniciando el proceso de construcción o repotenciación de instalaciones en una explotación porcícola, presentará una solicitud de Autorización de construcción a fin de realizar un estudio de la granja y el perfil sanitario se lo realizará el momento que existan animales en la explotación. (Vásquez, 2020)

3.4 Guía de Buenas Prácticas Porcícolas

En la guía se define una granja porcina como una instalación en la que permanecen los cerdos con fines de reproducción, crianza, engorde, venta, recolección y aprovechamiento de sus subproductos (cerdaza). (AGROCALIDAD, 2012)

El capítulo III trata sobre la ubicación, infraestructura, instalaciones, equipos y servicios de una granja porcina; en el artículo 5 acerca de la ubicación de las explotaciones pecuarias se destaca que la distancia mínima entre galpón y galpón es de 20 metros y manifiesta que la granja debe encontrarse lo más alejada posible de lugares susceptibles a la contaminación del suelo como antiguos sitios de actividad industrial o lugares de vertido no autorizado de sustancias tóxicas. (AGROCALIDAD, 2012)

El artículo 6 trata sobre el diseño de la infraestructura de las instalaciones, los equipos y los servicios de la granja porcina, los cuales deben brindar condiciones óptimas de higiene, inocuidad de los insumos usadas en la producción y de los productos que, bioseguridad, sanidad animal, bienestar, salud y seguridad tanto para los animales como para los humanos y un manejo amigable con el ambiente respetando las leyes y disposiciones locales. (AGROCALIDAD, 2012)

Mientras que el artículo 7 expone que los galpones, muros, techos, suelos, cortinas, mallas deben estar cubiertos de materiales que faciliten el lavado, desinfección e higiene total para evitar su contaminación; y se debe considerar la implementación de corrales que se utilicen

para cuarentena y así se facilite el manejo sanitario en casos específicos. (AGROCALIDAD, 2012)

En el artículo 8 se menciona que los espacios de los de los corrales debe ser suficiente para que los cerdos puedan acostarse y levantarse sin dificultad, además todos los cerdos deben tener acceso a un espacio seco para descansar, al igual que ser construidos con materiales de limpieza fácil; y si son construidos de madera renovar la misma cada vez que presente deterioro en su superficie para no generar daño o lesiones a los animales. Es importante tomar en cuenta temperatura, humedad, el estado del piso, la ubicación y el acceso para el animal en los comederos, bebederos y herramientas de entretenimiento. (AGROCALIDAD, 2012)

Con el artículo 9 se manifiesta que los bebederos, comederos, recipientes de mezcla y conductos de alimentos deben:

- Ser de fácil limpieza y fabricados de materiales que no perjudiquen la salud y la integridad de los animales.
- No tener ángulos menores a 90°, ser resistentes al agua y, en general no tener piezas que puedan ser cortopunzantes, las cuales puedan lesionar al animal o las personas. (AGROCALIDAD, 2012)

Para el artículo 10 se expresa que los pisos dentro de los corrales deben ser construidos con materiales que eviten que se resbalen los animales y trabajadores, así mismo evitar la formación de huecos con el fin de evitar lesiones en los animales y asegurar una limpieza continua de los mismos. Y el artículo 11 menciona que los pisos de los alrededores de los almacenes y silos deben ser hechos de hormigón u otro material que permita la limpieza con agua. (AGROCALIDAD, 2012)

En el artículo 15 menciona que las instalaciones de agua potable o de consumo no deben cruzarse con instalaciones de aguas negras o grises. Y en artículo 17 y 18 se expresa que la ubicación de las sociales (cocina, comedor, viviendas, etc.) y las instalaciones sanitarias deben encontrarse alejadas de las instalaciones de la producción porcícola, almacenamiento y lugares de manejo de residuos y desechos; y que la granja debe poseer accesos adecuados para el ingreso desde los caminos públicos, así como en el flujo de ingreso de alimentos no debe hacer cruces con el ingreso o salidas de animales, o con la salida de residuos y desechos o de animales muertos. (AGROCALIDAD, 2012)

3.5 Manual de Bioseguridad

En este manual se encuentra información específica sobre la ubicación de una granja porcícola.

- La granja debe estar ubicada a una distancia mínima de 3 Km de:
 1. Zonas urbanas.
 2. Centros poblados.
- Las granjas deben estar a mínimo 1 kilómetro de distancia una de otra.
- Debe estar ubicada a una distancia mínima de 5 Km de:
 1. Granjas de otras especies animales de producción.
 2. Centros de tratamiento común de estiércoles
 3. Mataderos
 4. Basureros
- Debe estar ubicada en una zona plana o con una leve inclinación (6% de declive).
- La ubicación de los galpones debe estar orientados en sentido, debido a las condiciones del viento y el sol:
 - NORTE – SUR para la sierra
 - ESTE – OESTE para la costa.
- Alejada de zonas inundables. (AGROCALIDAD, 2018)

Y sobre infraestructura este manual aporta con información donde dice que, debe existir sitios bien señalizados, con gráficos, señales, nombres y mensajes al ingreso de cada área para informar las normas básicas de cada sitio. La cerca perimetral que rodee la granja, DEBE estar de 12 a 15 metros de los galpones y en la puerta de ingreso debe encontrarse una bomba o arco de desinfección para los vehículos que ingresan a la granja; también es importante mantener un tanque o cisterna de almacenamiento de agua potable. (AGROCALIDAD, 2018)

4 METODOLOGÍA

4.1 Categorización mediante Unidades Porcinas Adultas (UPOA's)

Para realizar este cálculo se debe multiplicar el número de cerdos en la granja por la Equivalencia en UPOA's, los valores de las equivalencias se obtuvieron de la Tabla 1.

Entonces:

$$\text{Número UPOA en Granja} = \# \text{ de ceros en la granja} * \text{equivalencia en UPOA}$$

Ecuación 1. Número UPOA en Granja

Reemplazando se tiene:

$$C = A * B$$

Finalmente, se calcula:

$$\text{Número de UPOA's total} = \text{Suma de todos los Números UPOA en Granja}$$

Ecuación 2. Número de UPOA's total

- Ejemplo de cálculo para cerdas madres y gestantes:

$$C = A * B$$

$$C = 6 * 0.8$$

$$C = 4.8$$

$$\text{Número de UPOA's total} = 2 + 4.8 + 9.6 + 7.2 + 1.8$$

$$\text{Número de UPOA's total} = 25.4$$

A continuación, se presenta la Tabla 4. para el cálculo de la categorización de la granja.

Tabla 4. Categorización de la Granja Porcina

Denominación	A	B	C
Categoría etaria	Número cerdos en granja	Equivalencia en UPOA	Número UPOA en granja
Verraco	2	1	2
Madre y Gestante	6	0.8	4.8
Cerdo de engorde	12	0.8	9.6

Chanchilla y Levante	12	0.6	7.2
Lechón	18	0.1	1.8
TOTAL	50	-	25.4

Elaborado por: Dayana Vásquez

Para la granja de 50 cerdos se obtiene 25.4 UPOA's, y según la Tabla 2. la granja pertenece a la categoría de Familiar Comercial.

4.2 Instalaciones de alojamiento del personal de la granja porcina

En vista de que la granja porcina va a operar con un número aproximado de 50 cerdos (corresponde a una instalación pequeña), por lo tanto, se tendrá un total de 6 personas laborando en la granja, 4 obreros, 1 administrador y 1 cocinero (el número de personas puede variar dependiendo del tipo de actividad). Entonces basándose en estos datos se ha decidido establecer los siguientes parámetros para el diseño de la granja en el área del personal:

- 1 cuarto de cocina
- 1 cuarto de comedor
- 2 cuartos para vivienda, cada cuarto contará con una cama litera de una plaza, una cama de una plaza y 2 armarios pequeños.
- Área de baños (2 baños)
- Área de duchas (2 duchas)
- 1 cuarto de lavado

Otras instalaciones necesarias:

- 1 oficina
- Cuarto de almacenamiento de medicamentos
- Bodega para alimentos de animales
- Parqueadero
- Área Verde



Figura 12. Áreas del personal en la granja porcícola

Nota. Adaptado de *Consideraciones sobre el aseo seco y húmedo en granjas porcinas* [Fotografía], por A. Perea, 2022, Actualidad Porcina (<https://actualidadporcina.com/consideraciones-sobre-el-aseo-seco-y-humedo-en-granjas-porcinas/>).

4.2.1 Dimensiones para el diseño de la estructura

El diseño de la estructura del personal de la granja porcina, incluyendo el cuarto de desinfección, fue adaptado de las siguientes normas:

- NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 1
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 2
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 3
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 4
- NEC-SE-GC: Geotécnia y Cimentaciones
- NEC-SE-AC: Estructuras de Acero

Se incluye la normativa de Estructuras de Acero ya que se propone columnas de acero de correa en “G” para la granja porcina.

NOTA: Es importante mencionar que toda la construcción de la granja porcícola se la diseñó con una pendiente del 2% como base.

4.3 Instalaciones de alojamiento de los animales de la granja porcina

El diseño se lo realiza para un supuesto de 50 cerdos alojados en la granja, por lo que se ha decidido implementar los siguientes sitios para esta área:

- Galpón Principal
 - Área de verracos
 - Área de gestación
 - Área de maternidad
 - Área de destete y crecimiento
 - Área de engorde
 - Área de venta
- Cuarto de desinfección
- Galpón de cuarentena

4.3.1 Dimensiones para el diseño de la infraestructura de los galpones de la granja porcina

Para poder dimensionar cada uno de los corrales se necesita saber el espacio ocupado por cada animal en cada etapa de su producción, por lo que a continuación se presenta la Tabla 5. con los espacios y densidades promedio que ocupa cada animal en sus diferentes etapas. Cabe mencionar que los datos bibliográficos son de origen internacional debido a que no existe norma ecuatoriana sobre este tipo de datos para granjas porcinas.

Tabla 5. Espacio requerido y densidad de cada cerdo en los corrales

Etapas de producción de los animales	Espacio mínimo requerido por cada animal (m^2)	Densidad de cada animal por corral
Lechón	0.45	Incluido en el corral de maternidad
Verraco	De 5 a 6	1 cerdo
Gestación	1.5	1 cerda por jaula

Maternidad	1.5	1 cerda
Destete y Crecimiento	0.45	De 15 a 20 cerdos
Engorde	1	De 15 a 20 cerdos
Venta	1	De 15 a 20 cerdos
Cuarentena	1.5	De 8 a 10

Fuente: (Catellanos, 2012)

Elaborado por: Dayana Vásquez

4.3.2 Dimensiones de elementos complementarios

- **Dimensiones de los comederos**

Existen diversos diseños de comederos, pero para este diseño se recomienda comederos de canoa ya que son de simple construcción, eficientes y duraderos, si son bien fabricados. Es preferible que sean de cemento para una mayor durabilidad y que los bordes, así como el piso de los comederos sean redondeados y tengan una pendiente y desagüe para facilitar su limpieza. Se recomienda que a lo largo del comedero y dependiendo del número de animales en el corral, se coloque varillas de hierro para dividir el comedero con el fin de evitar que los cerdos se trepen y contaminen el alimento. Las dimensiones del comedero dependen del tamaño del cerdo, por este motivo se presenta a continuación la Tabla 6. con las dimensiones de los comederos de los cerdos dependiendo de su etapa de crecimiento:

Tabla 6. Dimensiones de los comederos tipo canoa por cerdo en cada etapa (m)

Etapas	Profundidad neta	Largo	Ancho	Altura Anterior	Altura posterior
Gestación	0.15	0.45	0.25	0.20	0.50
Maternidad	0.15	0.45	0.25	0.20	0.50
Lechones Lactantes	0.08	0.10	0.15	0.10	0.25
Destete y Crecimiento	0.12	0.20	0.20	0.15	0.25
Engorde	0.20	0.30	0.25	0.25	0.50
Venta	0.20	0.30	0.25	0.25	0.50
Verracos	0.20	0.45	0.30	0.25	0.50
Cuarentena	0.20	0.45	0.30	0.25	0.50

Fuente: (Carrero G., 2005) & (Padilla Pérez, 2007)

Elaborado por: Dayana Vásquez

- **Bebederos**

Los bebederos también pueden diseñarse de diferentes maneras, pero el bebedero que se recomienda en este trabajo es de tipo chupete. Los bebederos de chupete son los más utilizados por su variedad, son económicos, higiénicos y si son de un buen material y construcción no se presentan problemas mecánicos; mantienen al agua fresca y limpia, así como también evitan el desperdicio de agua.

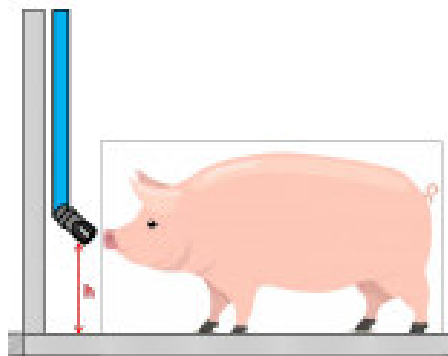


Figura 13. Diseño de bebedero tipo chupete para cerdos

Nota. Adaptado de *Guía para la Gestión del Agua en la Explotación Porcina* (pág. 101), por D. Babot, 2020, Interporc Spain.

Estos bebederos están formados por una válvula ubicada dentro de un tubo que está conectado directamente al sistema de agua potable, la válvula provee de agua al cerdo cuando este la mueve y el tubo puede estar incrustado o adherido a la pared.

4.4 Instalaciones complementarias necesarias en la granja porcina

4.4.1 Tanque de reserva de agua potable

Para continuar con el diseño del tanque de agua potable, primero se necesita saber la cantidad de agua por día que va a ser consumida por el personal y los animales de la granja. En la Tabla 7. se presenta el consumo de agua diaria en litros para las personas y para los animales:

Tabla 7. Consumo diario de agua potable de los animales y el personal de la granja porcícola

Consumo de las Personas			
	Cantidad	litro/hab/día	Total litros/día
Total trabajadores	6	150	900
Consumo de los Cerdos			
	Cantidad	litro/cerdo/día	Total litros/día
Lechón (maternidad, en paritorio)	30	1	30
Lechón (maternidad, cuna)	30	1	30
Lechón (post destete, inicio)	30	4	120
Desarrollo (< 50kg)	24	8	192
Desarrollo (> 50kg)	18	18	324
Cerda gestante	3	20	60
Cerda lactante	3	40	120
Verraco	2	20	40
Duchas por reproductor	8	2	16
Limpieza por reproductor	8	4,5	36
Limpieza por animal de ceba	42	1	42
TOTAL CONSUMO PERSONAS Y CERDOS	1910 litros/día		

Fuente: (Padilla Pérez, 2007) & (Boulangier, 2011)
 Elaborado por: Dayana Vásquez

Por lo tanto, para la granja porcícola propuesta se tiene un consumo total de agua potable de 1910 litros/día lo que equivale a 1.91 m³/día. Si se realiza un supuesto, y se asume que cada semana un tanquero de agua proporcionará del suministro a la granja, entonces se tiene un consumo de 13.31 m³/semana; por lo tanto, para el diseño del tanque de reserva de agua potable se necesita que este tenga una capacidad de aproximadamente 15 m³, pensando en un incremento futuro de la granja.



Figura 14. Modelo de un tanque de concreto elevado para reserva de agua potable

Nota. Adaptado de *Mejoramiento del Servicio de Agua Potable en Barrio San Juan* [Fotografía], por C. Alfonso, 2020, RIA UTN (<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTv5WHRXgbdL81y1WGMarqB4J4zO6v6I3ubnxjX1YQdNy6RIWenoUvNpAd-tFIYLECv0C8&usqp=CAU>).

Para el diseño del tanque elevado de reserva de agua potable, las normativas de referencia utilizadas fueron:

- NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
- NEC 11: Norma Hidrosanitaria NHE Agua

4.4.2 Instalaciones Hidrosanitarias

El diseño de las Instalaciones Hidrosanitarias de la granja porcícola, fueron adaptadas de las siguientes normas:

- NEC 11: Norma Hidrosanitaria NHE Agua
- Norma peruana IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones

La norma peruana se tomó en cuenta para el diseño de las instalaciones del desagüe, ya que en esta se lo encuentra mejor detallado.

4.4.3 Instalaciones para Tratamiento de Desechos

Para el tratamiento de los residuos sólidos provenientes de la granja porcícola, se propone la implementación de:

- **1 tanque Séptico:** A este tanque se dirige todos los desechos generados por el personal de la granja, refiriéndose específicamente a los residuos generados en la cocina, baños, lavabos, duchas y lavandería. El material principal del tanque es el hormigón y se lo ubicará en la parte posterior del área del personal a 2.5m; sus dimensiones son 2m de largo por 1m de ancho y una profundidad de 0.75m.



Figura 15. Construcción de un Tanque Séptico

Nota. Adaptado de *Fosa séptica hormigón nuevo* [Fotografía], por Parys, 2017, iStock (<https://www.istockphoto.com/es/foto/fosa-s%C3%A9ptica-hormig%C3%B3n-nuevo-gm827736790-134579815>).

- **1 tanque Imhoff:** Aquí desembocan todos los desechos obtenidos por el tanque séptico, galpón principal, cuarto de desinfección y desagüe pluvial. El material principal del tanque es el hormigón y se lo ubicará a unos 15m del galpón principal con el fin de evitar malos olores y enfermedades; sus dimensiones son 4.8m de largo por 2.4m de ancho y una profundidad de 4.56m.

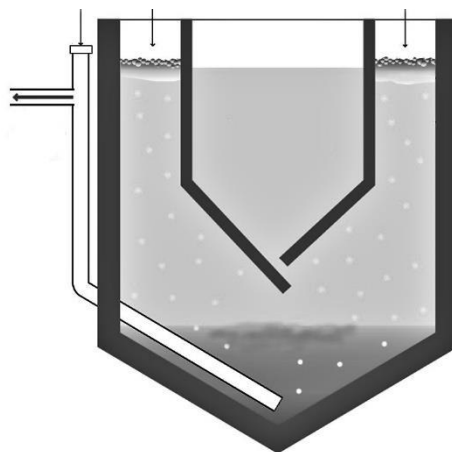


Figura 16. Vista de Corte Frontal de un Tanque Imhoff

Nota. Adaptado de *Tanque Imhoff* [Fotografía], por Tilley E., 2018, Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox. (<https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-centralizado/tanque-imhoff>).

- **2 lechos de secado:** Para la separación de los lixiviados con los restos sólidos se ha optado por implementar 2 lechos de secado. El material principal de los lechos es el hormigón y se lo ubicará a 1m del tanque Imhoff debido a que el traslado de los residuos va a ser manualmente; las dimensiones de cada tanque son 6m de largo por 2m de ancho y una profundidad de 1.2m.



Figura 17. Lechos de secado de lodos

Nota. Adaptado de *Planta de Carbonato de Litio - Salar de Cauchari* [Fotografía], por Ramírez M., 2018, Minera Exar. (<http://www.ambientejujuy.gob.ar/wp-content/uploads/2020/05/Anexo-VI-Memoria-descriptiva-Canchas-de-deshidratacion-de-lodos-de-planta-TAS.pdf>).

5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El área total de la granja es de 3375 m^2 ($75\text{m}\times 45\text{m}$), mientras que el área construida es de $448,06 \text{ m}^2$ (sin las instalaciones de tratamiento).

5.1 Plano general de la granja porcícola

El Plano General del Diseño de la Granja Porcícola se encuentra en el ANEXO I.

5.2 Instalaciones de alojamiento del personal de la granja porcina

5.2.1 Resultados

- Vistas frontal, posterior y corte de la zona 1 a la zona 6 del área del personal

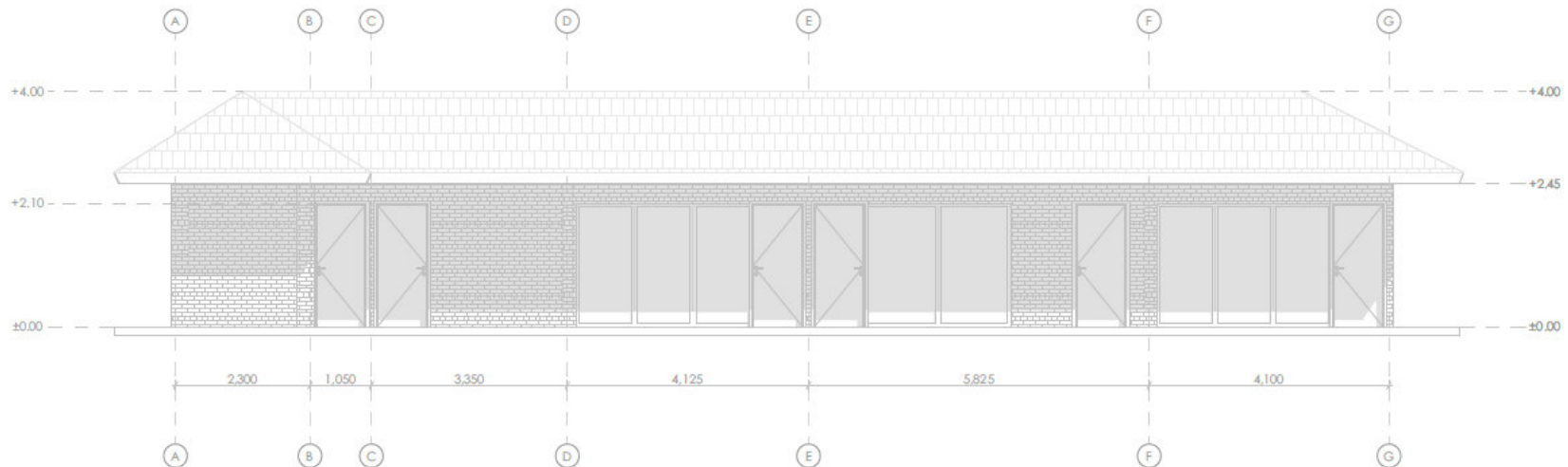


Figura 18. Vista Frontal

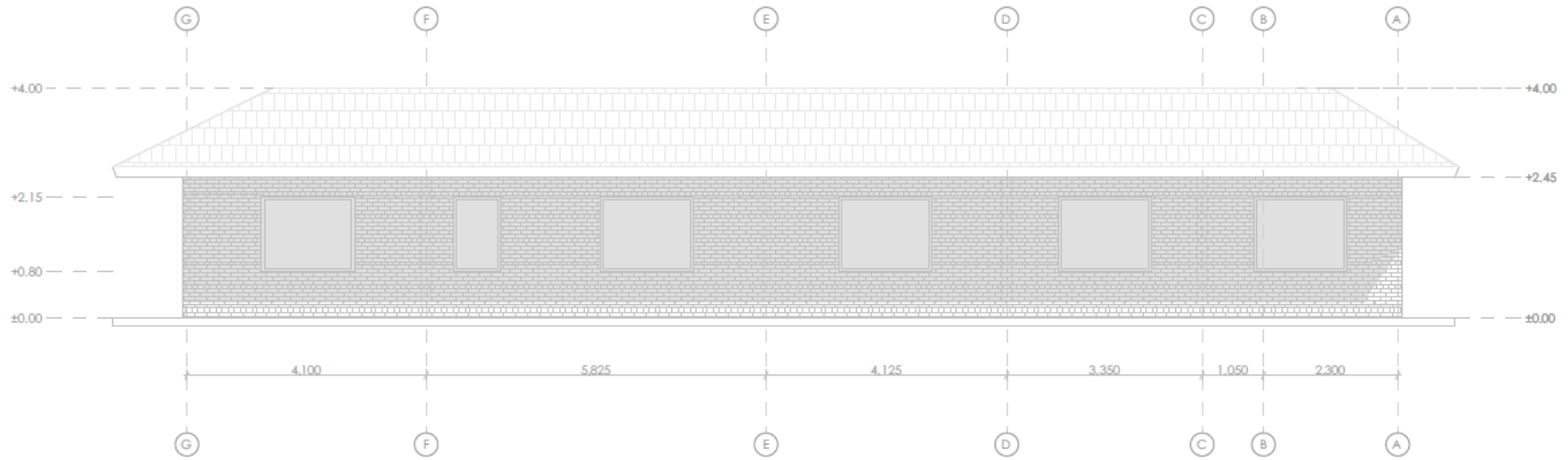


Figura 19. Vista Posterior

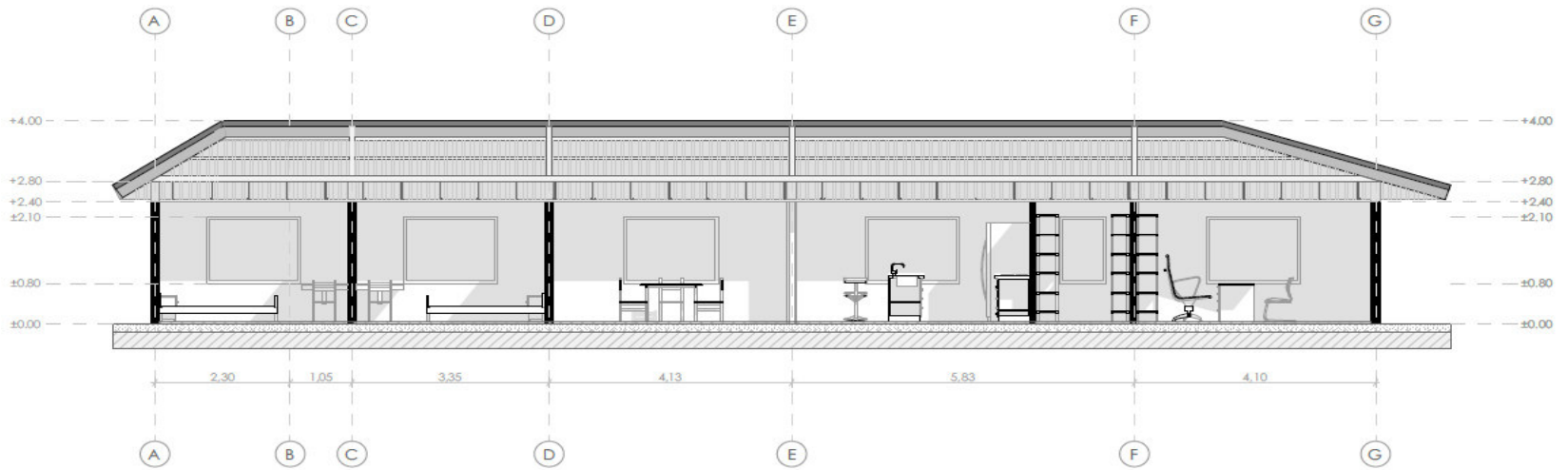


Figura 20. Vista de Corte

- **Vistas frontal, posterior y corte de la zona 7 a la zona 10 del área del personal**

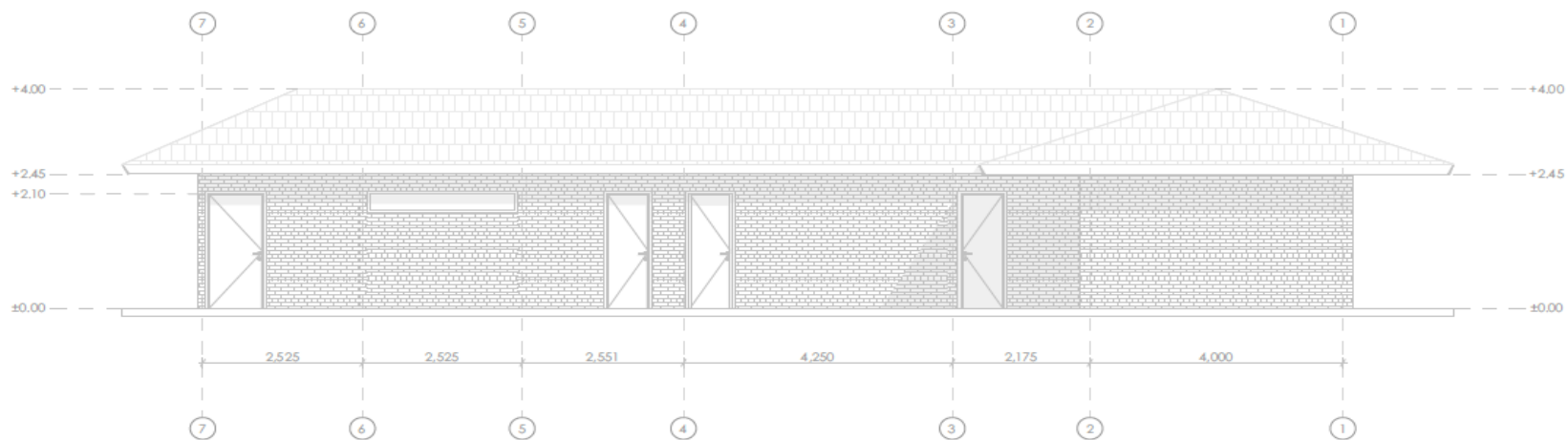


Figura 21. Vista Frontal

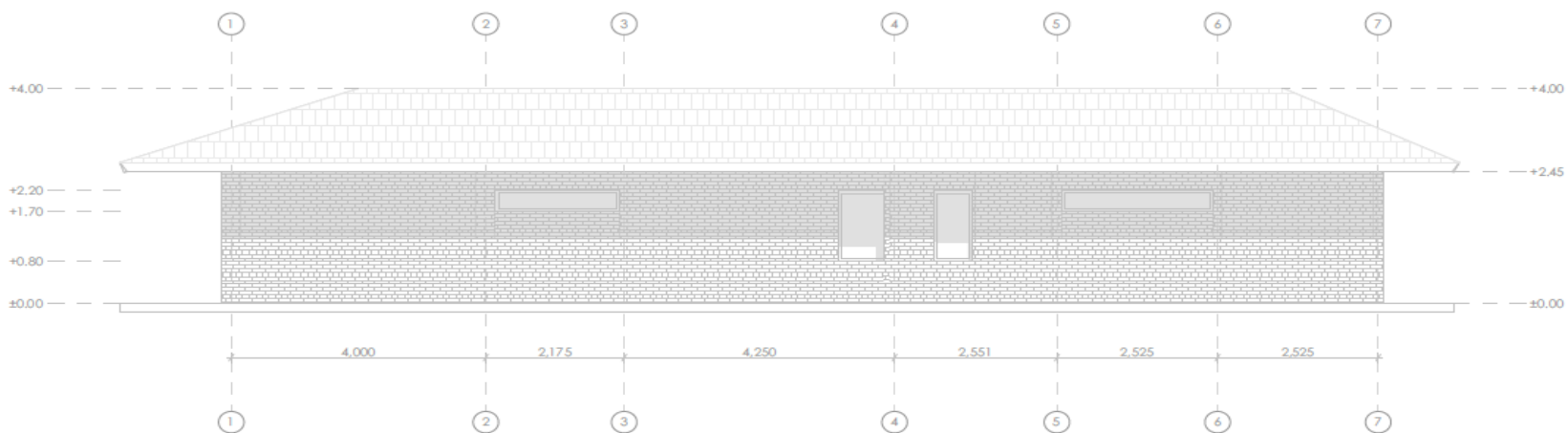


Figura 22. Vista Posterior

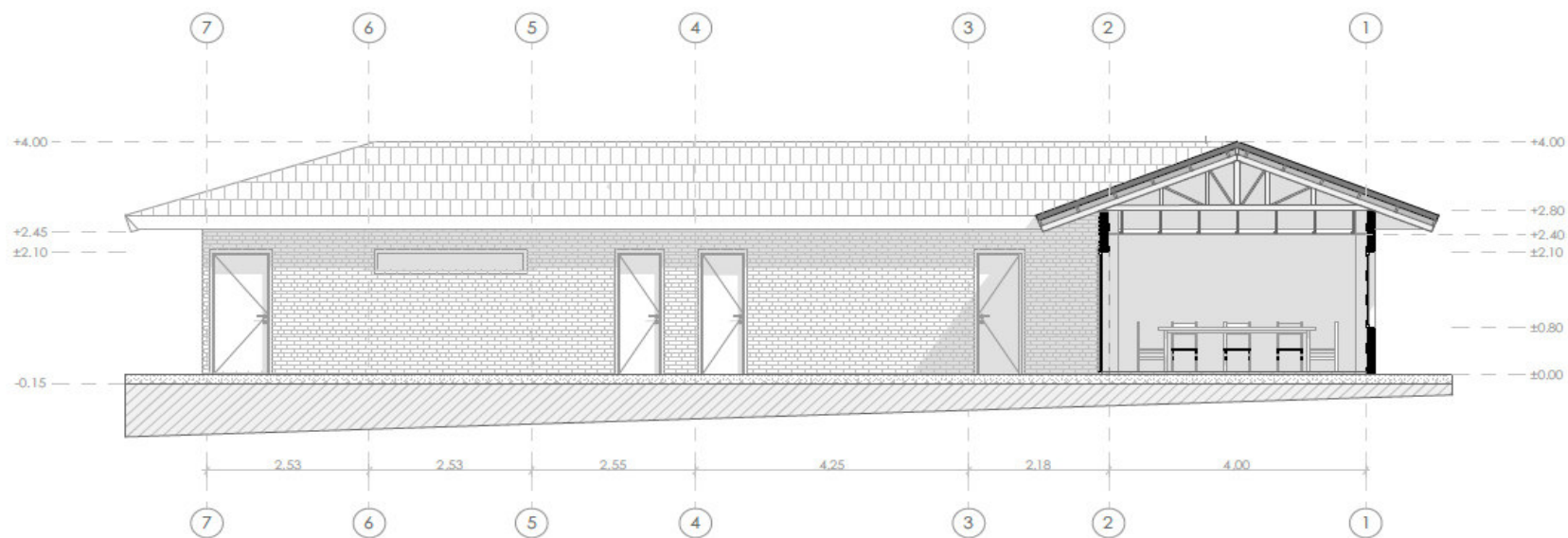


Figura 23. Vista de Corte

5.2.2 Discusión de Resultados

A continuación, se presenta la Tabla 8. con las dimensiones para el diseño de la infraestructura del personal de la granja porcina.

Tabla 8. Dimensiones de la infraestructura del personal de la granja porcina

Zona	Instalaciones	Largo (m)	Ancho (m)	Área total (m ²)	Alto (m)
1	Oficina	4	4	16	2.4
2	Almacenamiento medicamentos	1.6	4	6.4	2.4
3	Cocina	4	4	16	2.4
4	Comedor	4	4	16	2.4
5	Cuarto 1	3.2	4	12.8	2.4
6	Cuarto 2	3.2	4	12.8	2.4
7	Baños	4.5	2	9	2.4
8	Duchas	2.2	2	4.4	
9	Cuarto de Lavado	1.3	2	2.6	2.4
10	Bodega alimentos	7	2	14	2.4
11	Parqueadero	15.7	9	141	---
12	Area Verde	21.8	3.6	78.5	---

Fuente: (NEC, 2014)

Elaborado por: Dayana Vásquez

- Para el cuarto de baños, se propone la instalación de dos baños con mediciones internas de 1.4m x 1m para cada espacio que ocupe cada baño, y el resto de espacio será ocupado para lavabos.
- Para el cuarto de duchas, se propone instalar dos duchas con mediciones internas de 1m x 1m para cada espacio que ocupe cada ducha, y el resto de espacio será ocupado por vestidores.
- El techo de las zonas número 1 al número 6 tienen un largo de 23.3m por 6.70m de ancho y está ubicado a una altura mínima de 2.4m y una máxima de 4m.
- El techo de las instalaciones número 7 al número 10 tienen un largo de 17.4m por 4.85m de ancho y está ubicado a una altura mínima de 2.4m y una máxima de 4m.

- Todos los techos de la granja porcícola son de teja de arcilla por diseño, calidad y costos.
- Al parqueadero se lo dividió en seis aparcamientos, de 6.85m de largo por 3m de ancho con el fin de que puedan ser ocupados tanto para automóviles, como para camionetas y camiones de carga pesada. Se propone que el material del suelo tanto para el parqueadero como para la entrada de la granja sean de ripio.

5.2.2.1 Dimensiones de elementos complementarios

- Las puertas de las instalaciones de las zonas número 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 10 tienen una medida de 0.9m de largo por 2.10m de alto. Y las puertas de las instalaciones número 7, 8 y 9 tienen medidas de 0.7m de largo por 2.10m de alto.
- Las ventanas varían en tamaño y modelo según el área en la que se encuentren, por lo tanto, se tiene:
 - La oficina en la parte del frente posee estilos de ventanas minimalistas con medidas de 2.10m de largo por 3m de ancho, y en la parte trasera una ventana de 1.35m de largo por 1.60m de ancho.
 - El cuarto de almacenamiento de medicamentos en la parte trasera tiene una ventana de 1.35m de largo por 0.80m de ancho.
 - La cocina en la parte del frente posee estilos de ventanas minimalistas con medidas de 2.10m de largo por 2.48m de ancho, y en la parte trasera una ventana de 1.35m de largo por 1.60m de ancho.
 - El comedor en la parte del frente también posee estilos de ventanas minimalistas con medidas de 2.10m de largo por 3m de ancho, y en la parte trasera una ventana de 1.35m de largo por 1.60m de ancho.
 - Los dormitorios en la parte trasera tienen cada uno una ventana de 1.35m de largo por 1.60m de ancho.
 - El cuarto de baño tiene una ventana 0.50m de largo por 1.95m de ancho en la parte trasera.
 - El cuarto de duchas tiene una ventana 1.40m de largo por 0.80m de ancho en la parte trasera.
 - El cuarto de lavado tiene una ventana 1.40m de largo por 0.60m de ancho en la parte trasera.

- Y la bodega de alimentos posee dos ventanas, una en el frente y otra en la parte trasera de 0.50m de largo por 2.38m de ancho cada una.
- Las veredas tienen un ancho de 1.20m para una libre circulación, hechas de hormigón, con un grosor de 0.5m y una pendiente 2% hacia el terreno. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI])
- Para la entrada principal hacia la granja se tiene un portón con un ancho de 4m y un largo de 2.10m; se propone que el portón sea de madera y hierro.



Figura 24. Portón de madera y hierro

Nota. Adaptado de *Portones de madera rústicos* [Fotografía], por L. Figueroa, S.F., Pinterest (<https://pin.it/34srA9Z/>).

- La cerca que rodea a la granja se la diseñó con columnas de madera, específicamente de pingo de eucalipto de 2m ubicados cada 2.5m, rodeadas por 6 filas de alambres de púas separadas 0.30m y en su interior se propone implementar una barrera vegetal para tener privacidad y así economizar.



Figura 25. Cerca de madera y alambre de púas.

Nota. Adaptado de *Autopista: ¿Quién corre el alambrado?* [Fotografía], por Tribuna del Sur, 2018, Tribuna del Sur (<https://latribunadelsur.com/contenido/3402/autopista-quien-corre-el-alambrado>).

- Para el área del parqueadero y la entrada principal hacia la granja porcícola, se plantea colocar en el piso ripio como material principal, ocupando un total de 415,95 m^2 de área con 10 cm de espesor.



Figura 26. Parqueadero con piso de ripio.

Nota. Adaptado de *Estacionamiento jce* [Fotografía], por Socomers, S.F., Habitissimo (https://fotos.habitissimo.cl/foto/estacionamiento-jce_260018).

- Para las columnas de la estructura de la granja se utilizará perfiles estructurales de correas en “G” con acabados de acero negro y galvanizado; el largo es de 0.15m, 0.075m de ancho y un espesor de 6mm, y se necesitará de 2 perfiles por cada columna. Se tiene un total de 45 columnas por lo que se necesitaría de 90 perfiles estructurales.

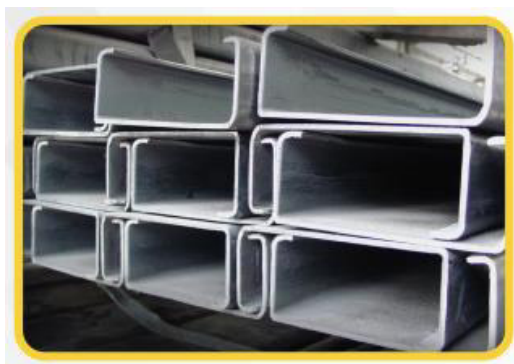


Figura 27. Perfiles estructurales de correas en “G”

Nota. Adaptado de *Catálogo General de Productos* [Fotografía], por DIPAC, 2020, DIPAC Productos de Acero. Pag 3.

- El bloque prensado alivianado será el material de las paredes tanto para el área del personal, como para la construcción de las chancheras, con medidas de 40x20x15cm.

5.3 Instalaciones de alojamiento de los animales de la granja porcina

5.3.1 Resultados

- Vistas frontal, posterior, laterales y cortes del galpón principal

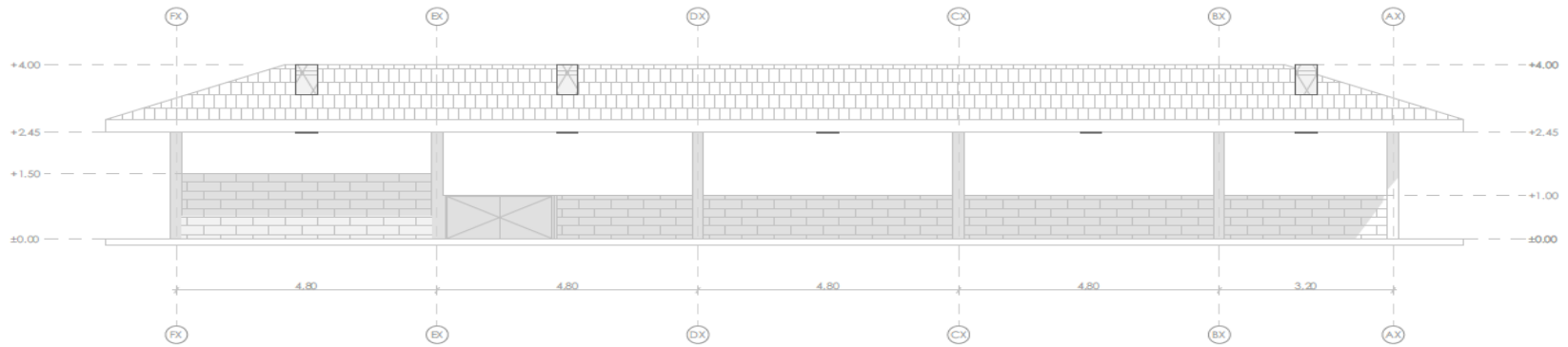


Figura 28. Vista Frontal

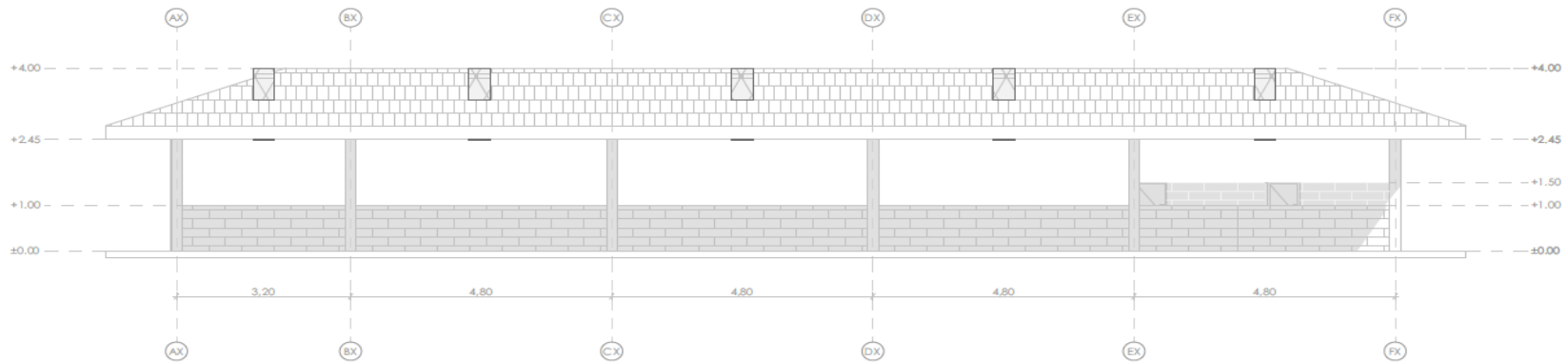


Figura 29. Vista Posterior

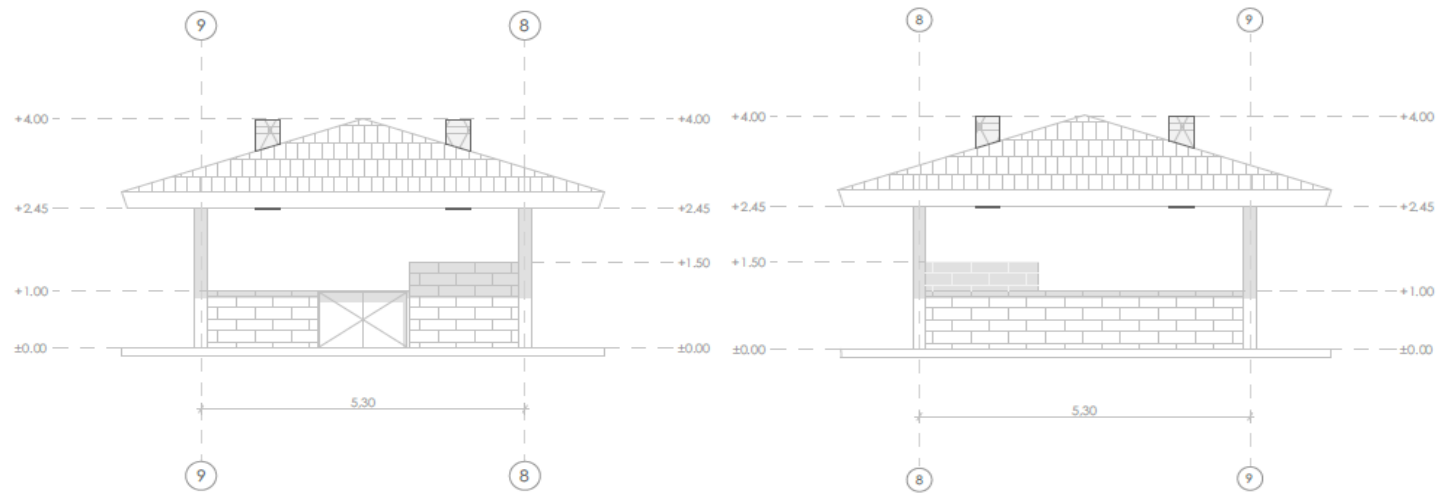


Figura 30. Vistas Laterales

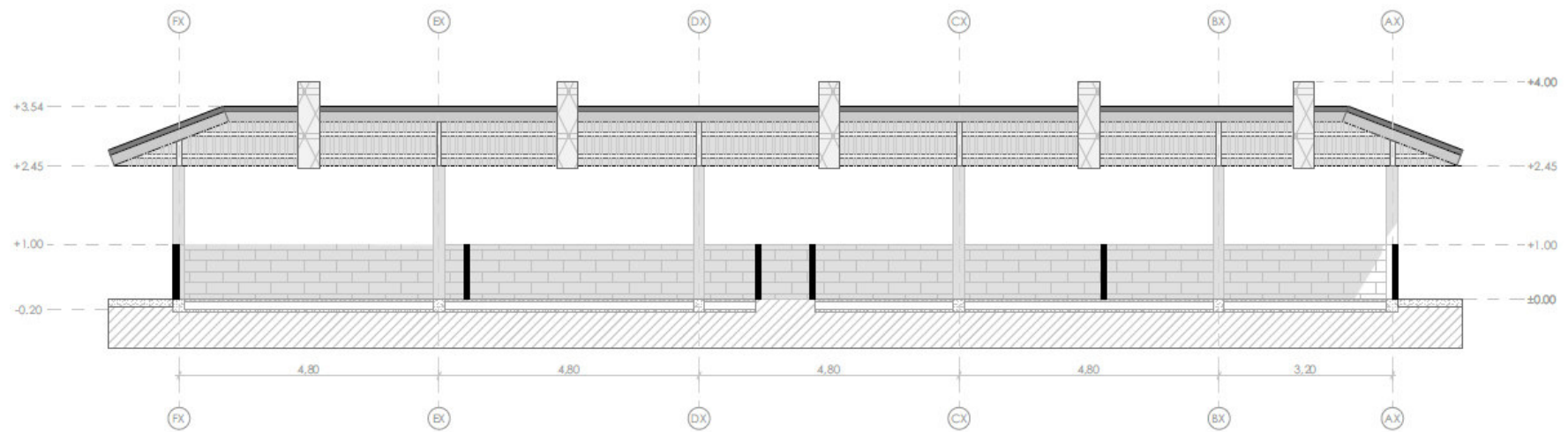


Figura 31. Vista de Corte Frontal

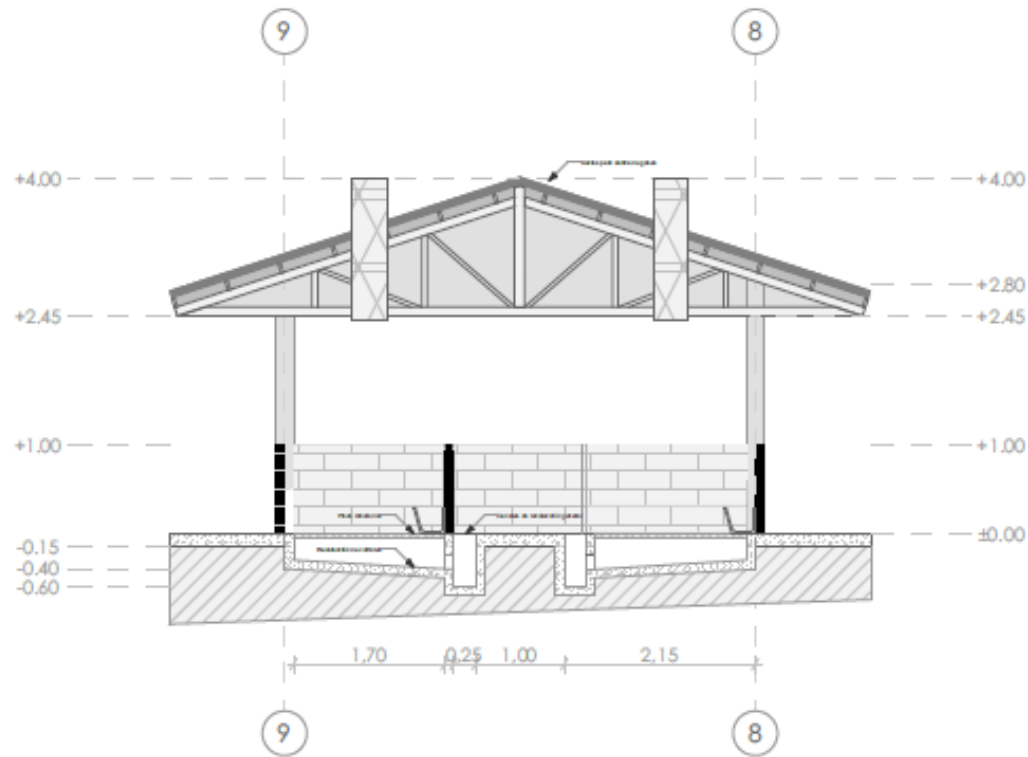


Figura 32. Vista de Corte Lateral

Debajo de las tarimas de plástico se encuentra ubicado a 0.40m el piso de concreto con una pendiente del 23% para la recolección de todos los residuos sólidos provenientes de los animales y por la parte interna del galpón en los extremos de las salidas de los corrales pasan canales de concreto de 0.25m de ancho con el fin de recolectar todos estos residuos para su debido tratamiento en el tanque Imhoff. (Figura34). Es necesario mencionar que en cada proceso de limpieza es indispensable es uso de agua ya sea mediante baldes o utilizando una manguera.

- **Vistas frontal, posterior y lateral del galpón de cuarentena**

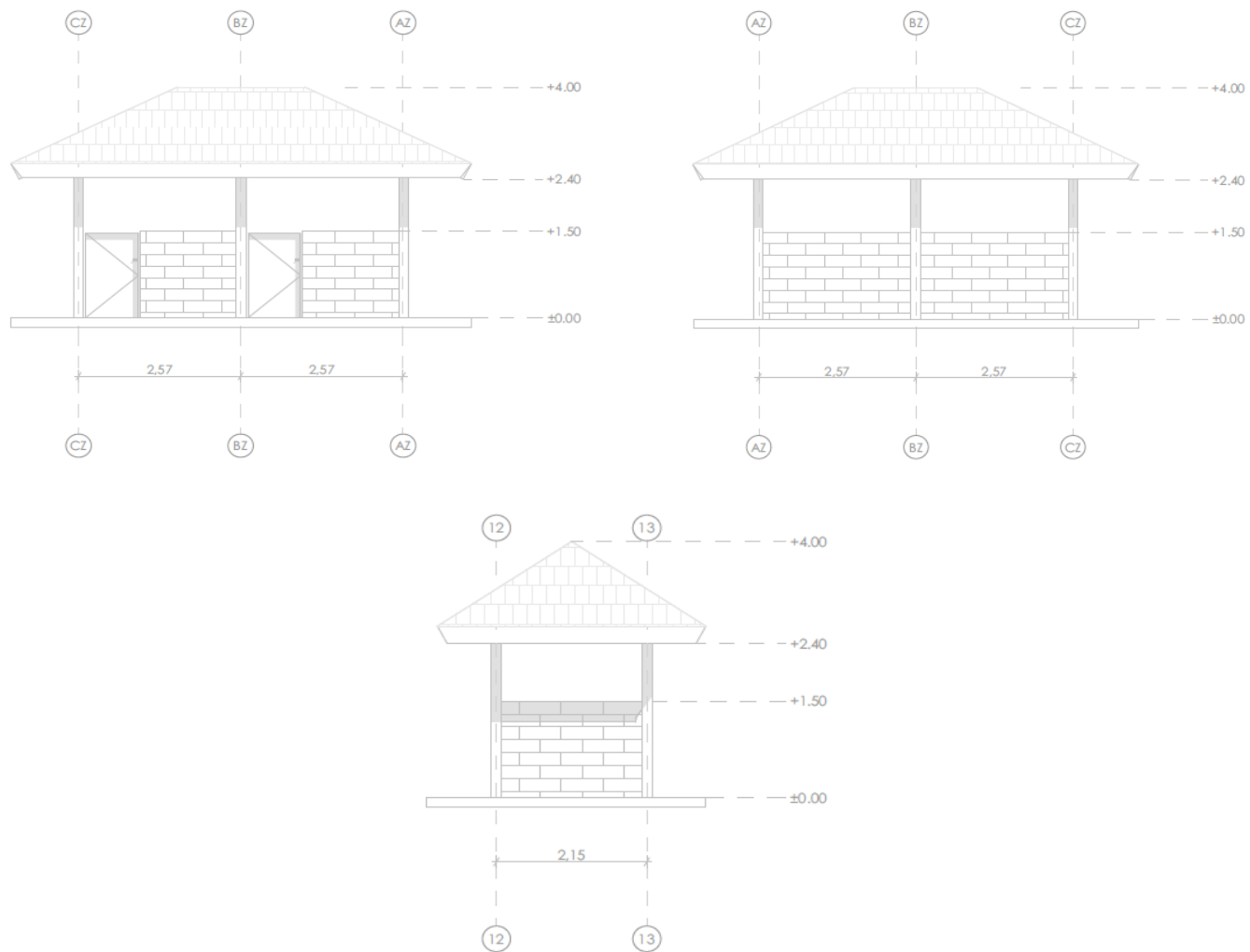


Figura 33. Vista Frontal, Posterior y Lateral

- **Vistas frontal, posterior y lateral del cuarto de desinfección**

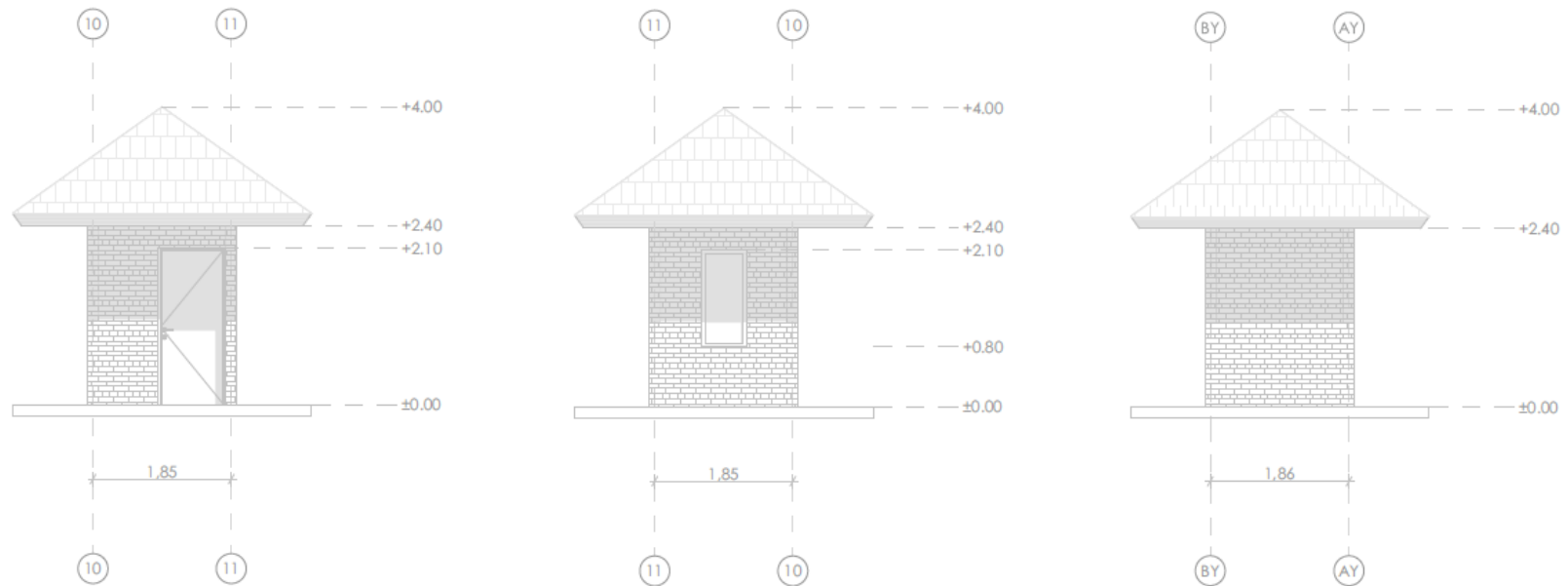


Figura 34. Vista Frontal, Posterior y Lateral

Esta área es muy simple en su construcción:

- Tiene 2m de largo, 2m de ancho y una altura de 2.45m.
- El techo tiene un largo de 4.4m, 4.4m de ancho y está ubicado a una altura mínima de 2.45m y una máxima de 4m.
- La puerta mide 2.10m de largo por 0.90m de ancho, y posee una ventana en la parte de atrás con medidas de 1.30m de largo por 0.60m de ancho.

- Corte de Elevaciones al 2%

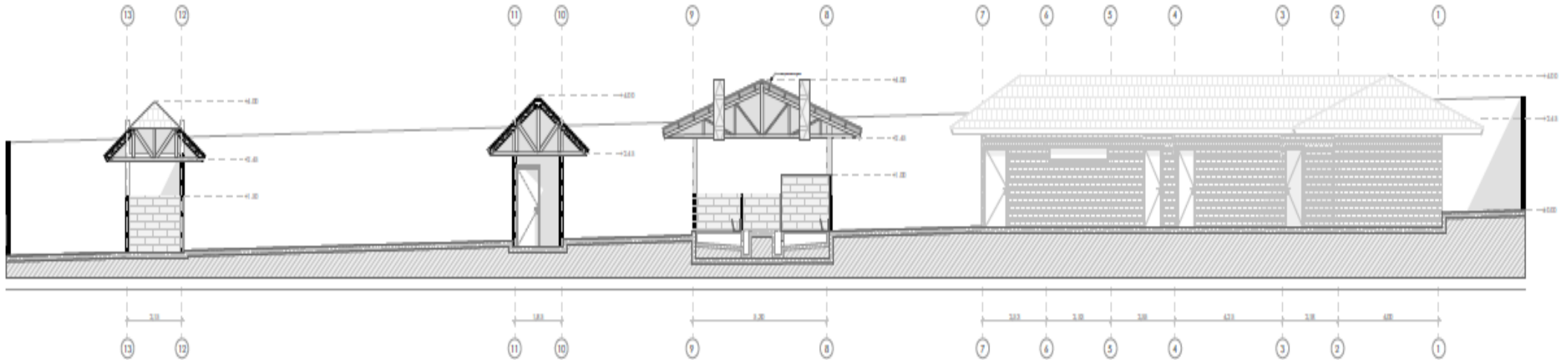


Figura 35. Corte de Elevación con una pendiente inicial del 2% de la granja porcícola

5.3.2 Discusión de Resultados

Tomando en cuenta los datos bibliográficos de la Tabla 5. a continuación, se presenta la Tabla 9. con las dimensiones adaptadas para el diseño de la infraestructura de los galpones de la granja porcina.

Tabla 9. Dimensiones de la infraestructura de los galpones de la granja porcina

Etapas de Producción	Número animales	Largo (m)	Ancho (m)	Área total (m²)	Alto (m)	Número corrales
Verraco	2	2.35	1.80	8.46	1.5	2
Gestación	3	2.1	1.80	3.78	1	3
Maternidad	3	5.9	1.80	10.58	1	3 incluido espacio lechones
Destete y Crecimiento	24	5.28	1.80	9.50	1	1
Engorde	18	10.56	1.80	19	1	2
Venta	---	10.56	1.80	19	1	2
Cuarentena	---	4.86	2	9.70	1.5	2

Elaborado por: Dayana Vásquez

- La dimensión total del galpón de principal es de 5.5m de largo, 22.6m de ancho y 2.45m alto. Las separaciones entre corral y corral varían de 0.90m a 0.95m.

Para el piso de los corrales se utiliza rejillas o tarimas de plástico ya que estas son de limpieza fácil, ofrecen comodidad a los animales y son antideslizantes.



Figura 36. Tarimas de plástico para los corrales de una granja porcícola

Nota. Adaptado de *AgriExpo* [Fotografía], por Rotecna N° 1 en innovación porcina, 2022, (<https://www.agriexpo.online/es/prod/rotecna-sa/product-172422-30060.html>).

5.3.2.1 Dimensiones de elementos complementarios

- Dimensiones de las puertas de los galpones y corrales

Tabla 10. Dimensiones de las puertas de los galpones y corrales

Área	Largo (m)	Alto (m)	Número de puertas
Galpón principal <u>Entrada principal</u>	2	1	1
Galpón principal <u>Entrada lateral</u>	1.5	1	1
Gestación	0.45	1	3
Maternidad	0.55	1	3
Destete y Crecimiento	0.6	1	1
Engorde	0.6	1	2
Venta	0.6	1	2
Verracos	0.6	1.5	2
Cuarentena	0.9	1.5	2

Elaborado por: Dayana Vásquez

- Comederos

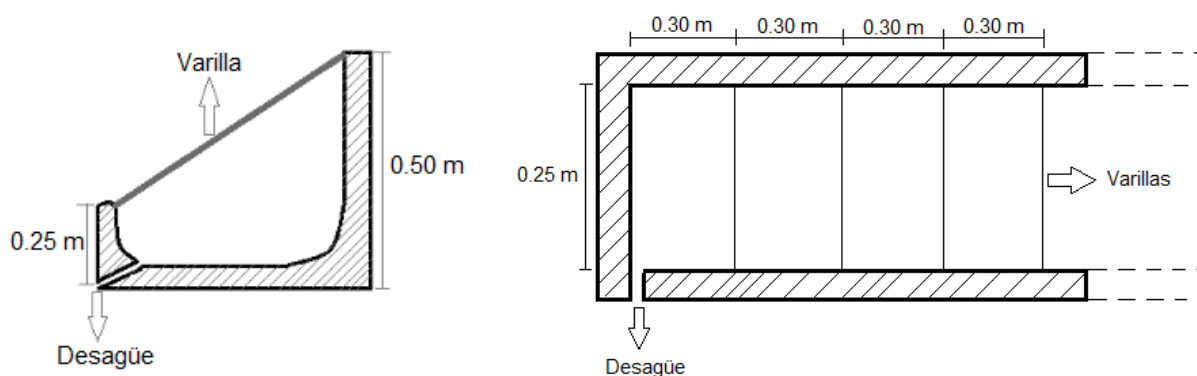


Figura 37. Vista Lateral y Superior del comedero de un corral de engorde

Con los datos proporcionados por la Tabla 6. se tiene la construcción de los comederos con las siguientes dimensiones principales:

- Gestación: 0.5m de largo por 0.3m de ancho.
- Maternidad: 0.5m de largo por 0.3m de ancho.

- Lechones lactantes: 0.1m de largo por 0.15m de ancho.
- Destete y crecimiento: 2.45m de largo por 0.15m de ancho.
- Engorde: 2.75m de largo por 0.3m de ancho.
- Venta: 2.75m de largo por 0.3m de ancho.
- Verracos: 0.5m de largo por 0.35m de ancho.
- Cuarentena: 0.5m de largo por 0.35m de ancho.

- **Bebederos**

A continuación, se presenta la Tabla 11. con el número de cerdos por bebedero y la altura a la que deben ser ubicados:

Tabla 11. Número de cerdos por bebedero y alturas recomendadas para bebederos de chupete

Etapas	Número de cerdos por bebedero	Altura de bebedero de chupete (m)
Lechones Lactantes	Camada	0.10 – 0.15
Desarrollo y Crecimiento	10	0.30 – 0.40
Engorde	12 – 15	0.60 – 0.70
Reproductores	12 – 15	0.70 – 0.90

Fuente: (Babot , y otros, 2020)
Elaborado por: Dayana Vásquez






Entonces para la granja propuesta se necesita:

- En gestación se necesita 3 bebederos, ubicados 1 en cada corral.
- En maternidad de existir 6 bebederos, 3 por cada cerda de maternidad y los 3 restantes por la camada de cada cerda.
- Para destete y crecimiento se necesita de 3 bebederos (se tiene un aproximado de 24 cerdos).
- Para engorde es necesario 4 bebederos (se tiene un aproximado de 18 cerdos).
- En venta se necesita de 4 bebederos.
- El corral de verracos debe tener 2 bebederos.

- Para el corral de cuarentena se opta por una distribución de agua manual mediante baldes o maguera.

Por lo tanto, el total de bebederos de chupete que necesita la granja porcina es de 22.

Tabla 12. Distintos modelos de bebederos tipo chupete.

Modelo de bebedero	Imagen
Pico-pato	
Difusor unidireccional	
Difusor multidireccional	
Bola	
Lengüeta	

Fuente: (Babot , y otros, 2020)
Elaborado por: Dayana Vásquez

Debido a su calidad, durabilidad y por ser el más usado, se ha escogido utilizar bebederos tipo chupete de pico-pato.

5.4 Instalaciones complementarias necesarias en la granja porcina

5.4.1 Tanque elevado de reserva de agua potable

5.4.1.1 Resultados

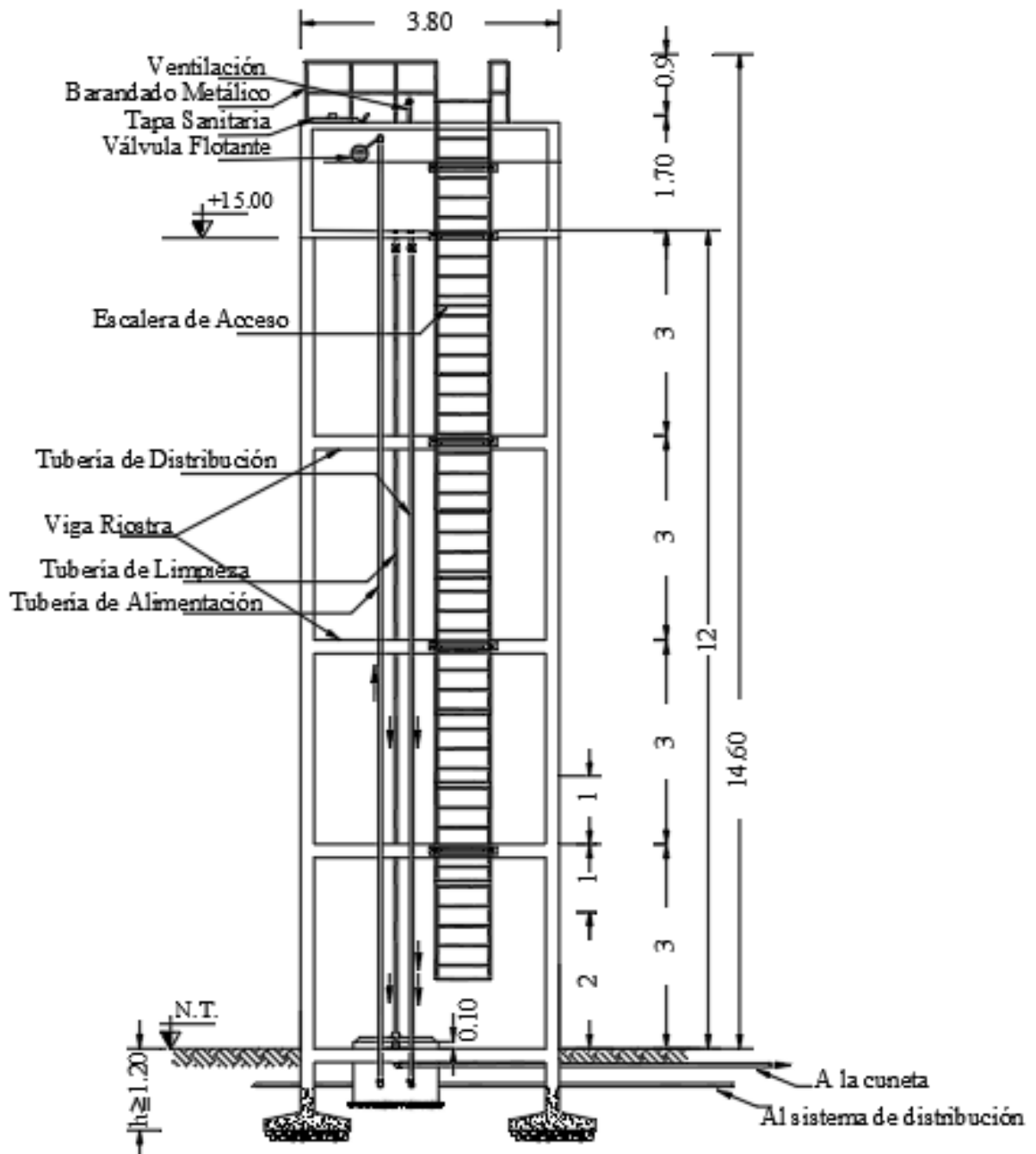


Figura 38. Tanque elevado de reserva de agua potable

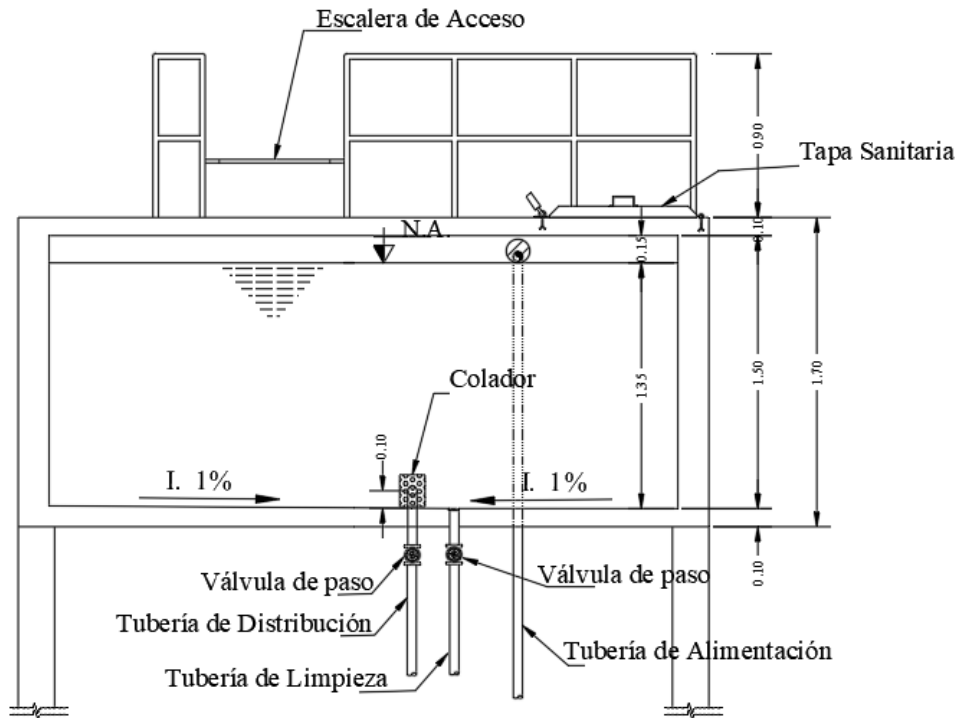


Figura 39. Vista frontal del tanque de reserva de agua potable

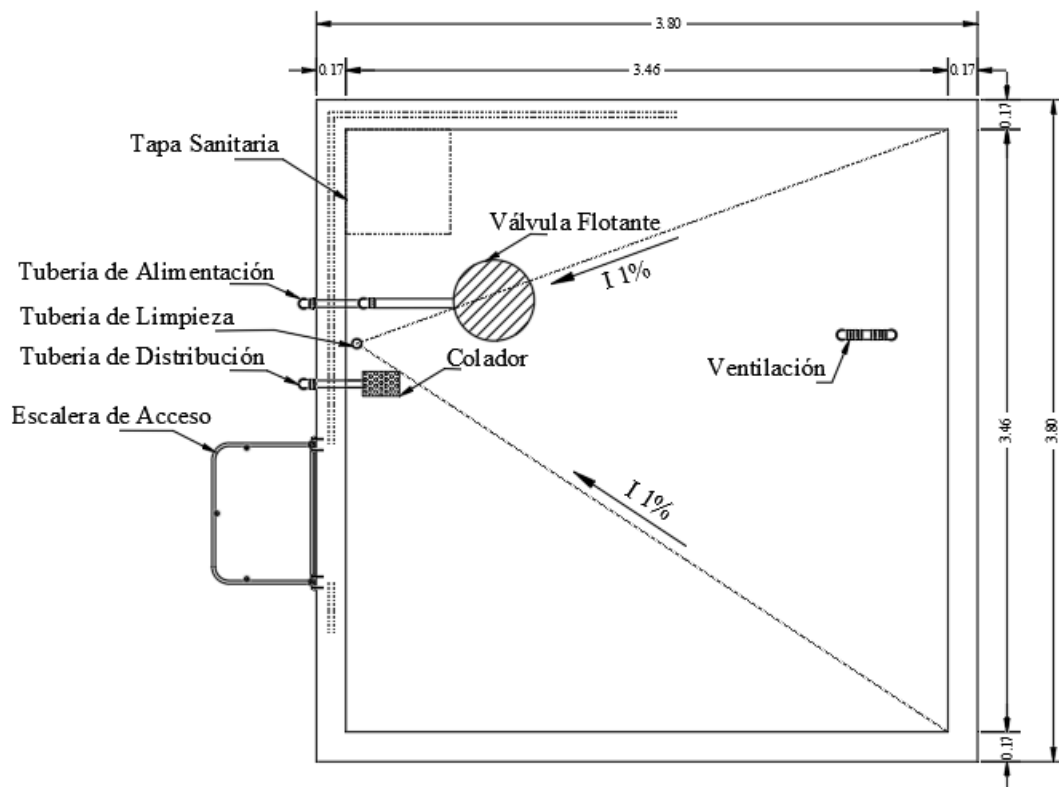


Figura 40. Vista superior del tanque de reserva de agua potable

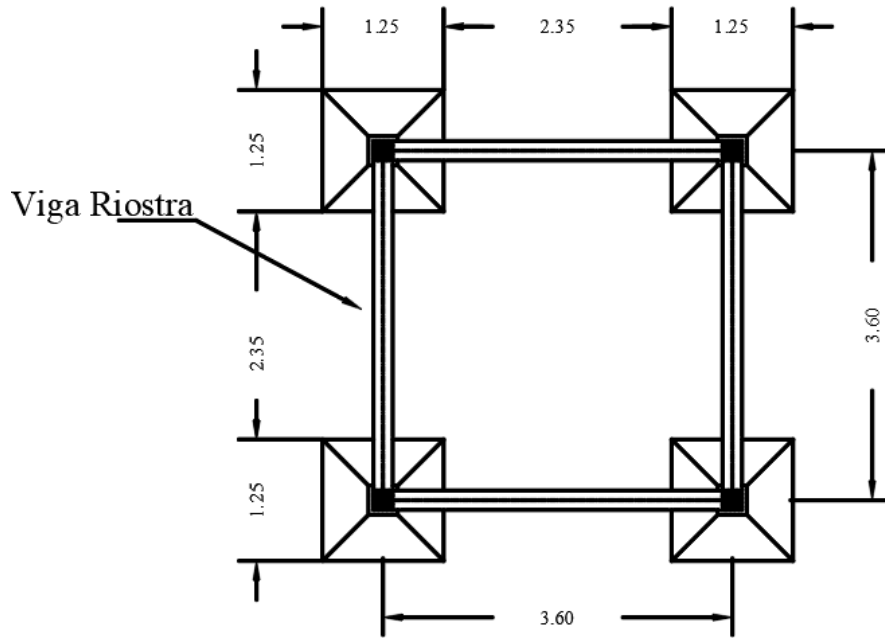


Figura 41. Planta de ejes y fundiciones del tanque elevado de reserva de agua potable

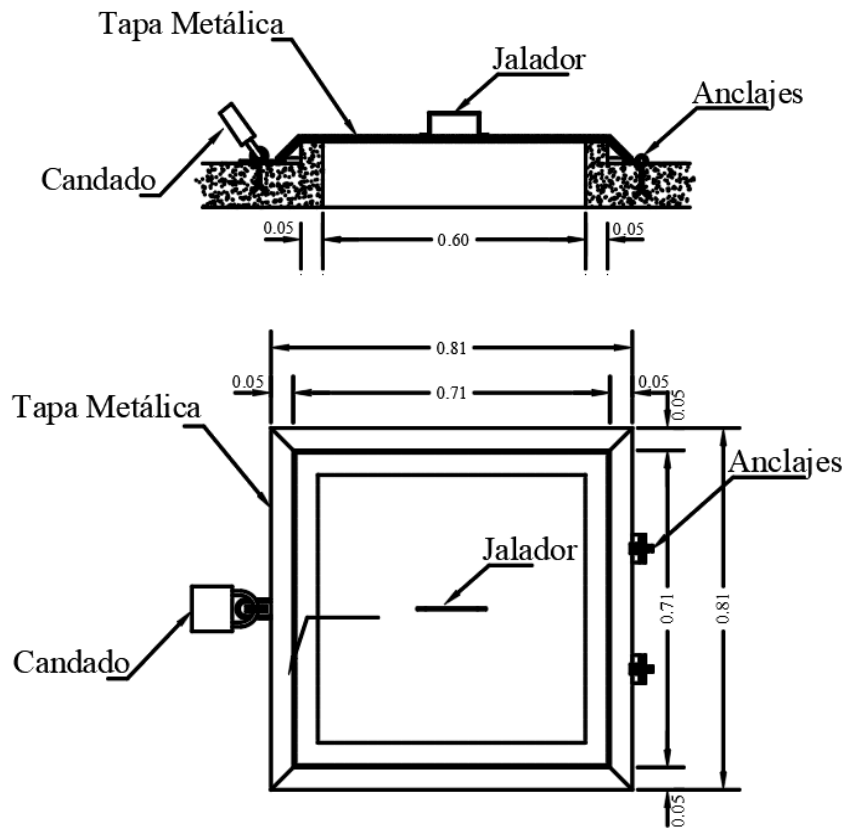


Figura 42. Vista frontal y Vista superior de la tapa sanitaria

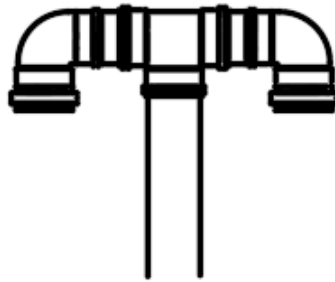


Figura 43. Sistema de Ventilación

Fuente: (INGENIERIA CAD, s.f.)

5.4.1.2 Discusión de Resultados

El tanque de agua tiene una elevación de 12 metros y sus medidas son 3.80 metros de largo por 3.80 metros de ancho y 1.70 metros de alto. Los materiales principales que se propone para la construcción son acero y concreto.

Este cuenta con una escalera y un barandal metálico y como su diseño es de forma cuadrada tiene 4 columnas de concreto con vigas de acero de refuerzo en cada esquina para su elevación; por otro lado, para la alimentación y distribución del agua, así como para la limpieza del tanque se tiene tubería de fierro galvanizado (FG), la tapa sanitaria metálica tiene dimensiones de 0.81 metros de largo por 0.81 metros de ancho y el sistema de ventilación está hecho con tubos FG.

El mantenimiento y limpieza del tanque se lo debe realizar cada 3 meses y la red de distribución debe desinfectarse cada 6 meses; este tipo de tanques tienen una vida útil de mínimo 30 años.

5.4.2 Instalaciones Hidrosanitarias

5.4.2.1 Agua Potable

Para la distribución del agua potable se emplea tubería PVC con diámetro de 1/2" para las áreas de:

- Cocina
- Baños
- Duchas
- Cuarto de lavado

- Cuarto de desinfección
- Corrales de los verracos

Y tubería PVC con diámetro de 3/4" se utilizó en las áreas de:

- Corrales de gestación
- Corrales de maternidad
- Corrales de destete y crecimiento
- Corrales de engorde
- Corrales de venta

Para los corrales de cuarentena se ha optado por una distribución manual del agua, ya que el caudal requerido es muy bajo y esto más bien sería un desperdicio de tubería, aumentando los costos, y refiriéndose a tamaño y ubicación del sitio no amerita esa instalación.

Todas las instalaciones hidrosanitarias de agua potable cuentan con llaves de paso de 1/2", y dependiendo del diámetro de la tubería se ha implementado Codos 90° PVC, Tee PVC, reductores, neplo PVC y uniones PVC de diámetro de 1/2" y 3/4".

5.4.2.2 Pluvial

Para este tipo de instalación se plantea la colocación de canales residenciales de agua lluvia en los distintos techos de la granja porcícola, con bajantes que luego se unen a la red subterránea de desagüe. El material de las canaletas es de galvalume y sus dimensiones principales son 0.15m de ancho por 0.12m de alto y hasta 3m de longitud, dependiendo del sitio.



Figura 44. Canal residencial y bajante de agua lluvia

Nota. Adaptado de *Canales de agua Lluvia Residencial* [Fotografía], por DIPAC, 2020, DIPAC Productos de Acero (<https://www.dipacmanta.com/Catalogos-descargas/folletos/canales-agua-lluvia.pdf>).

No es necesario la implementación de instalaciones hidrosanitarias pluviales en el resto del terreno debido a que en el espacio libre de la granja sin construir se tiene áreas verdes y tierra en su mayoría, y una parte pequeña de ripio, por lo tanto, el agua lluvia va a filtrarse por estos medios.

5.4.2.3 Desagüe

A continuación, se especifica las instalaciones hidrosanitarias utilizadas en el sistema de desagüe:

- Iniciando desde los sumideros, estos han sido implementados en las áreas de la cocina, baños, duchas y cuarto de lavado; los cuales se conectan a tuberías PVC de desagüe con diámetro de 50mm a una pendiente del 2%, para terminar acopladas con tuberías PVC de desagüe con diámetro de 110mm con una pendiente inicial del 1% o directamente a cajas de revisión.
- Los puntos de desagüe ubicados en el lavabo de la cocina, lavabos de los baños y cuarto de lavado se unen a tuberías PVC de desagüe con diámetro de 50mm a una pendiente del 2%, exceptuando los puntos de desagüe de los baños ya que estos siempre empiezan con tuberías PVC con diámetro de 110mm con una pendiente inicial del 1%.
- Todas las tuberías de desagüe se unen a cajas de revisión de 0.6m de largo por 0.6m de ancho y 0.6m de alto, ubicadas a un máximo de 15 metros de separación y 0.6m de profundidad. Se tiene un total de 14 cajas de revisión.
- Se implementó tubería PVC de desagüe con diámetro de 110mm con una pendiente inicial del 1% para las áreas de la cocina, baños, duchas, cuarto de lavado y cuarto de desinfección (este último tiene una rejilla de 0.4m por 0.32m para desechar los residuos). Los desechos generados se almacenarán en el tanque séptico para luego ser trasladados al tanque Imhoff.
- Tuberías PVC de desagüe con diámetro de 160mm a una pendiente inicial del 1%, se utilizará para los desechos que salgan de los canales del galpón principal; para luego terminar directamente en el tanque Imhoff.

- Y el agua lluvia será trasladada directamente a las cajas de revisión correspondientes mediante tuberías PVC de desagüe con diámetro de 75mm a una pendiente inicial del 2%

En el Anexo II. se encuentra el plano de la granja porcina con las Instalaciones hidrosanitarias de agua potable, desagüe y pluvial.

5.5 Costos

5.5.1 Resultados

Tabla 13. Costos totales y por metro cuadrado de la construcción de la Granja Porcícola

COSTO DEL METRO CUADRADO DE CONSTRUCCIÓN					
ÁREA CONSTRUIDA (m ²)			COSTO USD/m ²		
448,06			240,00		
GRANJA PORCÍCOLA CON ACABADOS MEDIOS - ECONÓMICOS					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
COD.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES				\$ 5.467,50
1	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	3375,00	1,62	5467,50
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				\$ 1.649,03
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m2	278,67	2,04	568,49
3	EXCAVACIÓN MANUAL EN CIMIENTOS Y PLINTOS	m3	49,00	12,46	610,54
4	RELLENO COMPACTO	m3	33,44	7,96	266,20
5	DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA CARGADA MANUAL	m3	15,56	13,10	203,80
3	ESTRUCTURA TANQUE DE AGUA				\$ 8.233,38
6	REPLANTILLO H.S. 180 KG/CM2. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO	m3	0,20	146,25	29,25
7	HORMIGÓN CICLOPEO F´C=210KG/CM2	m3	1,73	119,23	206,03
8	HORMIGÓN SIMPLE PLINTOS F´C=210 KG/CM2	m3	1,56	160,55	250,86
9	HORMIGÓN SIMPLE CADENAS F´C=210KG/CM2	m3	0,58	161,03	92,75

10	HORMIGÓN SIMPLE EN COLUMNAS 30X30 F´C=210KG/CM2	m3	4,75	165,72	787,50
11	HORMIGÓN EN VIGAS F´C=210KG/CM2	m3	2,30	165,85	382,12
12	HORMIGÓN EN LOSA NIVEL=+15 +16.70 DE 10 CM, F´C=210KG/CM2 (INCLUYE IMPERMEABILIZANTE)	m3	5,78	171,14	988,50
13	HORMIGÓN EN MURO 17 CM, F´C=210KG/CM2 (INCLUYE IMPERMEABILIZANTE)	m3	4,39	166,01	729,25
14	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	1204,00	2,02	2432,08
15	ENCOFRADO/DESENCOFRADO TABLA DE MONTE	m2	177,84	13,13	2335,04
4	ESTRUCTURA GRANJA				\$37.097,34
16	REPLANTILLO H.S. 180 KG/CM2. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO	m3	2,25	146,25	329,06
17	HORMIGÓN CICLOPEO F´C=210KG/CM2	m3	22,77	119,23	2714,58
18	HORMIGÓN SIMPLE PLINTOS F´C=210 KG/CM2	m3	12,25	160,55	1966,74
19	HORMIGÓN SIMPLE PEDESTALES F´C=210 KG/CM2	m3	3,31	165,72	548,12
20	HORMIGÓN SIMPLE CADENAS F´C=210KG/CM2	m3	11,86	161,03	1909,51
21	ACERO ESTRUCTURAL A-36, MONTAJE MANUAL	kg	3276,63	4,74	15531,23
22	CUBIERTA FIBROCEMENTO (INCLUYE ESTRUCTURA INTERNA)	m2	433,61	22,05	9561,10
23	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	1153,88	2,02	2330,84
24	ENCOFRADO TABLA DE MONTE	m2	142,52	13,13	1871,22
25	HORMIGÓN SIMPLE COMEDEROS F´C=210KG/CM2	m3	2,08	161,03	334,94
5	ALBAÑILERÍA				\$26.133,94
26	BORDILLO DE TINETA DE BAÑO	m	3,20	25,86	82,75
27	CONTRAPISO H.S 180KG/CM2 E=6CM	m2	162,55	21,59	3509,45
28	ACERA FRONTAL H.S. 180 KG/CM2	m2	233,93	18,94	4430,63
29	ENLUCIDO HORIZONTAL (INCLUYE ANDAMIOS)	m2	903,00	9,44	8524,32
30	LAVANDERÍA PREFABRICADA DE FIBRA	u	1,00	127,05	127,05
31	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO 40X20X15CM MORTERO 1:6, E=2.5CM	m2	452,01	13,16	5948,45
32	MASILLADO ALISADO DE PISOS	m2	162,55	8,65	1406,06
33	MESA DE COCINA HORMIGÓN ARMADO. ENCOFRADO A=0.5M	m	4,00	47,03	188,12
34	PICADO Y RESANE DE PARED PARA INSTALACIONES	m	50,00	3,03	151,50
35	BASE CLASE 3	m2	41,60	29,80	1239,53
36	ALAMBRE DE PUAS	m	1440,00	0,25	360,00
37	PINGO DE MADERA DE EUCALIPTO H=2.00M	u	96,00	1,73	166,08
6	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				\$12.457,83
38	SUM E INST TUBERIA PCV-P Ø 1/2"	m	63,41	3,99	253,20
39	SUM E INST TUBERIA PCV-P Ø 3/4"	m	61,03	4,78	291,69
40	SUM E INST CODO 90° PVC-P, ROSCABLE Ø 1/2"	u	28,00	0,46	12,88

41	SUM E INST CODO 90° PVC-P, ROSCABLE Ø 3/4"	u	57,00	0,75	42,75
42	SUM E INST TEE PVC-P, ROSCABLE Ø 1/2"	u	8,00	0,55	4,40
43	SUM E INST TEE PVC-P, ROSCABLE Ø 3/4"	u	23,00	0,62	14,26
44	SUM E INST REDUCCION 3/4" - 1/2"	u	24,00	0,80	19,20
45	SUM E INST NEPLO PVC-P, ROSCABLE Ø 1/2"	u	32,00	0,26	8,32
46	SUM E INST UNIONES PVC-P, ROSCABLE Ø 1/2"	u	15,00	0,55	8,25
47	SUM E INST LLAVE DE PASO 1/2"	u	8,00	31,22	249,74
48	SUM E INST CHUPETE TIPO PICO PATO	u	22,00	4,81	105,82
49	PICADO PARED	m	54,18	6,65	360,30
50	MASILLADO	m2	2,71	4,58	12,41
51	SUM E INST PISOS DE REJILLAS PLASTICOS PARA CERDOS	m2	47,17	75,83	3576,85
52	SUM E INST TUBERIA PVC 160MM	m	56,48	24,37	1376,38
53	SUM E INST TUBERIA PVC 110MM	m	63,25	11,48	726,29
54	SUM E INST TUBERIA PVC 75MM	m	24,61	9,49	233,46
55	SUM E INST TUBERIA PVC 50MM	m	17,58	5,54	97,42
56	SUM E INST REJILLA DE PISO 30X45 CM	u	1,00	320,00	320,00
57	SUM E INST CANALETA DA GUA	m	189,68	10,04	1904,96
58	BAJANTE DE AGUAS LLUVIAS 75MM UNION CODO	m	9,80	9,95	97,51
59	CAJA DE REVISIÓN 60X60	u	14,00	79,80	1117,20
60	DUCHA CON MEZCLADORA TIPO SHELBY	u	2,00	90,17	180,34
61	INODORO LÍNEA ECONÓMICA	u	2,00	126,22	252,44
62	LAVAMANOS CON PEDESTAL (NO INCL. GRIFERÍA)	u	2,00	68,79	137,58
63	MEZCLADORA PARA FREGADERO TIPO CUELLO DE GANZO	u	1,00	141,63	141,63
64	PUNTO DE DESAGUE DE PVC 110MM INCL. ACCESORIOS	pto.	3,00	48,95	146,85
65	PUNTO DE DESAGUE DE PVC 75MM INCL. ACCESORIOS	pto.	4,00	43,16	172,64
66	PUNTO DE DESAGUE DE PVC 50MM INCL. ACCESORIOS	pto.	12,00	38,65	463,80
67	REJILLA DE PISO 50MM	u	6,00	16,48	98,88
68	VÁLVULA CHECK 1/2" TIPO RW	u	1,00	30,38	30,38
7	ACABADOS				\$16.557,84
69	ACCESORIOS DE BAÑO TIPO ADHESIVO BLANCO	jgo.	2,00	38,34	76,68
70	BALDOSA DE GRES	m2	109,02	33,77	3681,61
71	CERÁMICA EN PARED (COCINA Y BAÑOS)	m2	52,00	21,73	1129,96
72	CERÁMICA NACIONAL PARA PISOS 30X30 CM (BAÑOS)	m2	14,88	28,30	421,10
73	CERRADURA BAÑO (TIPO CESA NOVA CROMADA)	u	2,00	19,65	39,30
74	CERRADURA LLAVE LLAVE (TIPO CESA NOVA CROMADA)	u	9,00	25,57	230,13

75	EMPASTE EXTERIOR EN PAREDES	m2	134,91	4,73	638,12
76	EMPASTE INTERIOR EN PAREDES	m2	313,64	2,81	881,33
77	ENCESPADO COLOCACIÓN DE CHAMBA EN TERRENO PREPARADO	m2	196,71	5,00	983,55
78	MESÓN CON TABLERO POSFORMADO	m	2,00	16,19	32,38
79	MUEBLE DE COCINA ALTO	m	4,00	132,72	530,88
80	MUEBLE DE COCINA BAJO	m	4,00	165,52	662,08
81	PINTURA CAUCHO PAREDES EXTERIORES, LÁTEX VINYL ACRÍLICO, INCLUYE ANDAMIOS	m2	134,91	3,36	453,30
82	PINTURA CAUCHO PAREDES INTERIORES, LÁTEX VINYL ACRÍLICO, INCLUYE ANDAMIOS	m2	313,64	2,84	890,74
83	PLANTAS-JARDINERÍA	u	33,00	6,75	222,75
84	PORCELANATO EN PISOS (COCINA)	m2	16,21	45,42	736,26
85	PUERTA DE MADERA GRANJA	u	17,00	78,65	1337,05
86	PUERTA TAMBORADA BLANCO 0.90M, INCLUYE MARCOS Y TAPAMARCOS	u	15,00	160,36	2405,40
87	VENTANA DE ALUMINIO FIJA Y VIDRIO 4MM	m2	35,23	34,21	1205,22

Fuente: (CAMICON, 2020)

Elaborado por: Dayana Vásquez

TOTAL	\$ 107.596,86
--------------	----------------------

Tabla 14. Porcentajes de Gastos por Procesos de Construcción de la Granja Porcícola

Porcentaje de Gastos por Procesos de Construcción			
Nº	DESCRIPCIÓN	COSTOS	PORCENTAJE DE COSTOS
1	OBRAS PRELIMINARES	\$ 5.467,50	5,08%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$ 1.649,03	1,53%
3	ESTRUCTURA TANQUE DE AGUA	\$ 8.233,38	7,65%
4	ESTRUCTURA GRANJA	\$ 37.097,34	34,48%
5	ALBAÑILERÍA	\$ 26.133,94	24,29%
6	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	\$ 12.457,83	11,58%
7	ACABADOS	\$ 16.557,84	15,39%
TOTAL USD		\$ 107.596,86	100,00%

Elaborado por: Dayana Vásquez

5.5.2 Discusión de Resultados

Para la construcción de la granja porcícola se necesita un presupuesto aproximado de \$107.596,86. El área total de construcción es de 448.06 m^2 , por lo tanto, el costo por metro cuadrado de construcción es de 240,00 USD/m^2 .

De mayor a menor, los procesos de construcción más costosos son:

- 1) Estructura de la granja
- 2) Albañilería
- 3) Acabados
- 4) Instalaciones Hidrosanitarias
- 5) Estructura del Tanque de agua
- 6) Obras Preliminares
- 7) Movimiento de tierras

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se concluye que aplicando la ingeniería se pudo diseñar las distintas edificaciones de la granja porcícola, sus lugares de almacenamiento, sistemas de entrega de residuos a los distintos métodos de tratamiento, y sobre todo una distribución adecuada de los sitios siguiendo la normativa establecida.
- Para mantener el bienestar y la salud tanto del personal, como de los animales de la granja, se puede concluir que los sitios establecidos, las instalaciones y materiales apropiados son de suma importancia para que la granja funcione en óptimas condiciones y su permanencia continúe.
- Se pudo concluir que utilizando materiales de calidad y moderadamente económicos para la construcción de la granja porcícola, se alcanza un precio razonable por el metro cuadrado de construcción; pero dependiendo del área, las instalaciones y las distintas edificaciones que se requiera para la granja el costo puede aumentar o disminuir.

- Con toda la información proporcionada en este componente del proyecto, se brinda una opción de construcción factible, con herramientas adecuadas para que las personas interesadas puedan obtener la información necesaria sobre la ejecución de esta actividad.
- El proyecto presentado es un aporte desde la ingeniería ambiental para la normalización de esta actividad, donde el gobierno nacional debería apoyar con líneas de crédito para que los pequeños granjeros puedan construir instalaciones adecuadas, que inclusive mejoren la productividad de la carne de cerdo en el Ecuador.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de normativa nacional para la construcción de los corrales de los cerdos, ya que se tuvo que utilizar referencias extranjeras para tener una idea del espacio requerido en cada corral dependiendo del número de animales.
- Los costos de los materiales implementados pueden variar con el paso de los años, por lo que se recomienda una actualización de estos si se desea implementar este tipo de proyecto.
- Para alargar la vida útil del tanque elevado de agua potable, se recomienda construirlo con materiales de calidad, tomando en cuenta los factores climáticos del sitio y realizando un mantenimiento y limpieza óptima del mismo.
- Es muy importante considerar el bienestar y la salud del personal y los animales para el progreso y permanencia del proyecto, por lo que se recomienda tomar en cuenta todas las sugerencias proporcionadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario [AGROCALIDAD]. (8 de Febrero de 2012). *Guía de Buenas Prácticas Porcícolas*. Ecuador.
- Agencia de Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del Agro [AGROCALIDAD]. (2012). *Manual de Alternativas de Tratamiento de Purines Porcinos*. Quito - Ecuador.
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario [AGROCALIDAD]. (2018). *Manual de Bioseguridad, Inocuidad de Alimentos*. Ecuador.
- Babot, D., Pascual, S., Cartayán, J., Ferrer, N., García, E., Moreno, J., . . . Parera, J. (2020). *Guía para la Gestación del Agua en la Explotación Porcina*. Cataluña: Interporc Spain.
- Boulanger, A. (2011). *El Control del Agua y su Consumo en Porcinos*. Obtenido de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/198-control_agua_y_consumo.pdf
- CAMICON. (2020). Construcción, Retorno a las Obras. *Revista de la Cámara de la Industria de la Construcción*, 14-15.
- Carrero G., H. (2005). *Manual de Producción Porcícola*. Tulúa: Creative Commons.
- Carvajal, L. (2006). *Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado* (28 ed.). Santiago de Cali: U.S.C.
- Catellanos, E. (14 de Octubre de 2012). *Diseño Óptimo de una Granja Porcina*. Obtenido de Instalaciones Porcinas: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-instalaciones_porcinas/42-Diseno_optimo.pdf
- Código Orgánico del Ambiente [COA]. (12 de Abril de 2017). *Registro Oficial Suplemento 983*. (Ecuador). Art. 2 y Art. 3.
- Constitución de la República del Ecuador [Const.]. (20 de Octubre de 2008). *Registro Oficial 449*. (Ecuador). Art. 3, Art. 14, Art. 15, Art.32 y Art 66.
- González, C. (15 de Marzo de 2006). *conferencia-4 Sistemas Alternativos de Producción de Cerdos en Venezuela*. Obtenido de Asociación Venezolana de Producción Animal: http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/sistemas_integrados/conferencia-4.pdf
- Huerta Crispín, D., & Gasa, D. (29 de Noviembre de 2013). *BuenasPracticasCap1 Instalaciones para porcinos*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/51-manual_porcino/01-BuenasPracticasCap1.pdf.
- INGENIERIA CAD. (s.f.). *Tanque de reserva elevado de 200m3*. Obtenido de INGENIERIA CAD: https://www.ingenieriacad.com/detalle_producto.php?id=25517
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (s.f.). *Acera de Hormigón F'c 180kg/cm2 y Contrapiso*. (Ecuador).
- Ministerio de Producción, La Pampa [MDP]. (25 de Junio de 2014). *Cuadernillo 1. Manejo Integral del Cerdo. Instalaciones para Producción Porcina*. Obtenido de Produccion Animal:

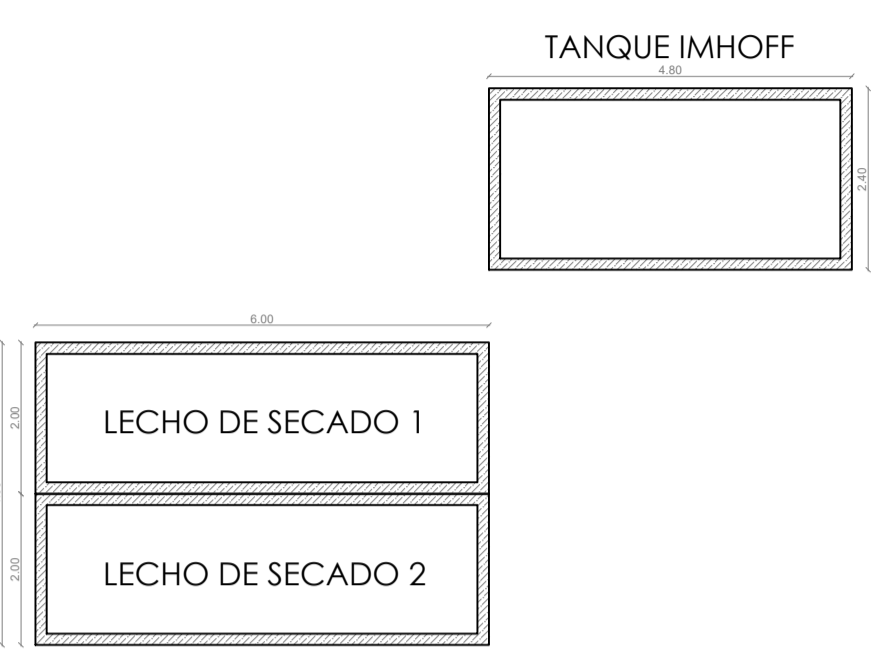
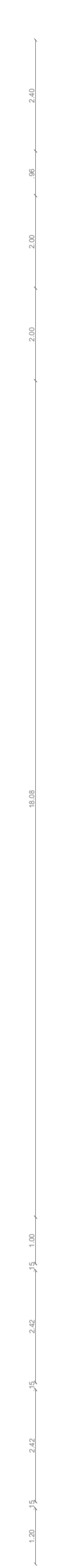
https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-instalaciones_porcinas/44-Cuadernillo_1.pdf

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú. (Junio de 2006). *Instalaciones Sanitarias*. Obtenido de https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/03_IS/RNE2006_IS_010.pdf
- Montero López, E., Martínez Gamba, R., Herradora Lozano, M., Ramírez Hernández, G., Espinosa Hernández, S., Sánchez Hernandez, M., & Martínez Rodriguez, R. (2015). *Alternativas para la Producción Porcina a Pequeña Escala*. Coyoacán: Printed and made in Mexico.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC]. (Diciembre de 2014). *Peligro Sísmico, diseño sismo resistente*. Obtenido de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC-11]. (Abril de 2011). *Norma Hidrosanitaria NHE Agua*. Obtenido de MIDUVI: <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412.pdf>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC]. (Diciembre de 2014). *Cargas (No Sísmicas)*. Obtenido de MIDUVI: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-CG-Cargas-S%C3%ADsmicas.pdf>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC]. (Diciembre de 2014). *Estructuras de Acero*. Obtenido de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-HM-Hormig%C3%B3n-Armado.pdf>
- Normativa Ecuatoriana de la Construcción [NEC]. (Diciembre de 2014). *Geotécnia y Cimentaciones*. Obtenido de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-GC-Geot%C3%A9cnia-y-Cimentaciones.pdf>
- Padilla Pérez, M. (25 de Septiembre de 2007). *Manual de Porcicultura*. Obtenido de Centro de Información de Actividades Porcinas: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/MANUAL%20DE%20PORCICULTURA.pdf>
- Vásquez, M. K. (11 de Noviembre de 2020). *Manual de Procedimientos para la Certificación de Granjas de Ganado Porcino*. Quito: Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario.

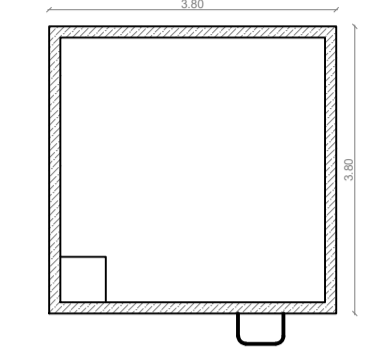
ANEXOS

ANEXO I

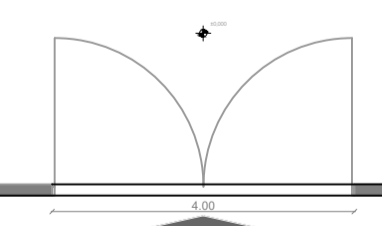
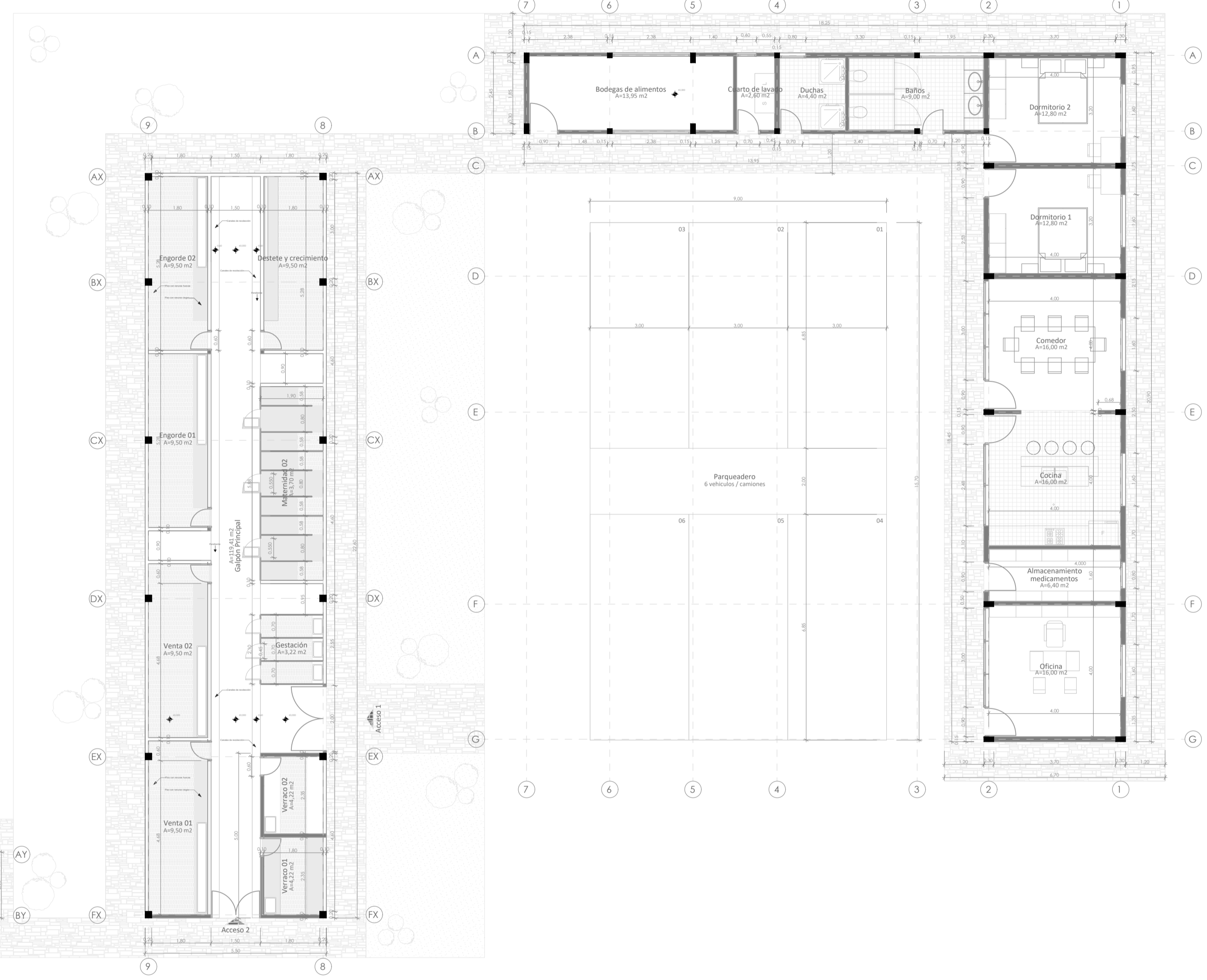
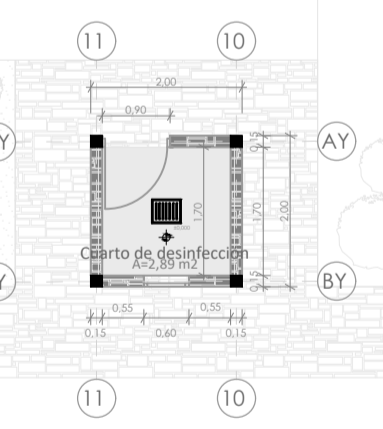
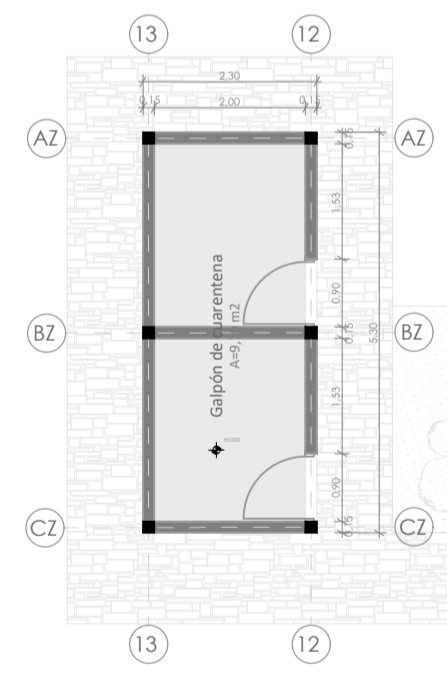
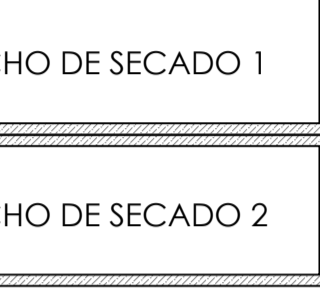
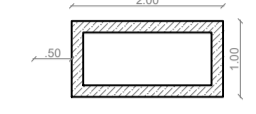
Plano General de la Granja Porcícola



TANQUE ELEVADO DE RESERVA DE AGUA



TANQUE SÉPTICO



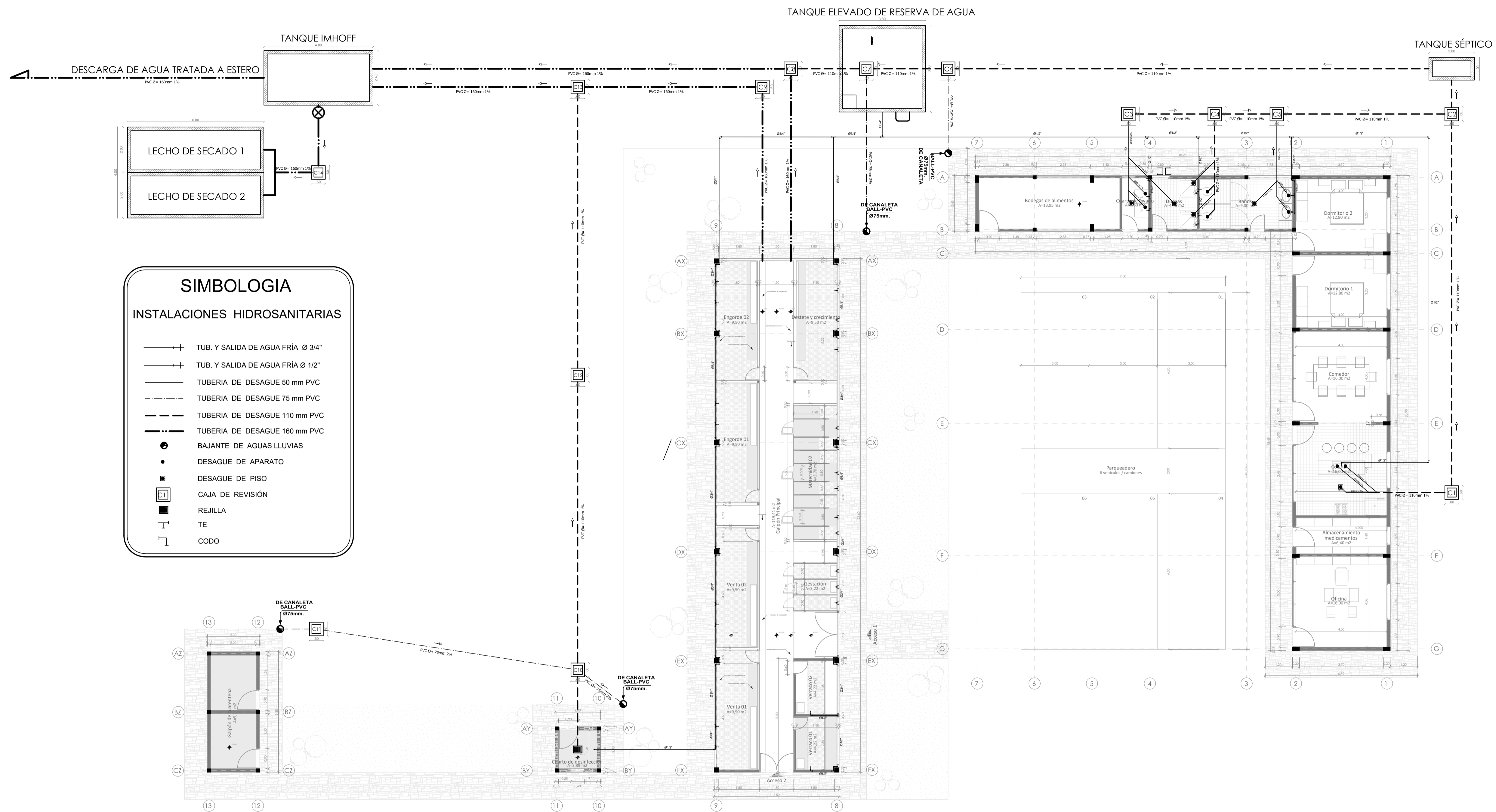
Acceso



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL		CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIVIENDA PARA ALOJAMIENTO DEL PERSONAL, DEL ÁREA PARA LA CRIANZA DE CERDO Y LA INFRAESTRUCTURA BÁSICA		
PLANO GENERAL		ESCALA 1:100
AUTOR:	VÁSQUEZ NAVARRETE DAYANA LISBETH	
TUTOR:	ING. CÉSAR NARVAEZ	
COLABORACIÓN:	ARQ. JUAN PABLO CANTOS	LAMINA 1/2

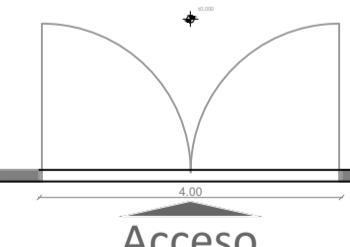
ANEXO II

Plano de las Instalaciones Hidrosanitarias de la Granja Porcícola



SIMBOLOGIA
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

- +— TUB. Y SALIDA DE AGUA FRÍA Ø 3/4"
- +— TUB. Y SALIDA DE AGUA FRÍA Ø 1/2"
- TUBERIA DE DESAGUE 50 mm PVC
- - - TUBERIA DE DESAGUE 75 mm PVC
- - - TUBERIA DE DESAGUE 110 mm PVC
- - - TUBERIA DE DESAGUE 160 mm PVC
- BAJANTE DE AGUAS LLUVIAS
- DESAGUE DE APARATO
- DESAGUE DE PISO
- CAJA DE REVISIÓN
- REJILLA
- T TE
- └ CODO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL		CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIVIENDA PARA ALOJAMIENTO DEL PERSONAL, DEL ÁREA PARA LA CRIANZA DE CERDO Y LA INFRAESTRUCTURA BÁSICA		
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS		ESCALA 1:100
AUTOR:	VÁSQUEZ NAVARRETE DAYANA LISBETH	
TUTOR:	ING. CÉSAR NARVAEZ	
COLABORACIÓN:	ING. SEBASTIÁN VÁSQUEZ	LAMINA 2/2