

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



PROYECTO FINAL DE GRADO

**“DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA
MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO”**

AUTORES

LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS

TUTOR:

PROF. ING. MARCOS ANTONIO JIMÉNEZ CAMPUZANO

CO-TUTOR:

PROF.ING. ESTEBAN ARNALDO PENAYO PORTILLO

CORONEL OVIEDO, DICIEMBRE DE 2025



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

CALIFICACIÓN FINAL: _____

ACTA N°: _____

FECHA: _____

 Prof. Ing.

 Prof. Ing.

 Prof. Ing.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DERECHO DE AUTOR

Quienes suscriben Lucas Gabriel González Vera y Alexis Antonio Rivas Britos, autores del trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO”, declaran que voluntariamente ceden a título gratuito en forma pura y simple ilimitada e irrevocablemente a favor de la Facultad de Ciencias y Tecnologías – UNCA, el derecho de autor de contenido patrimonial, que le corresponde sobre el trabajo de referencia. Conforme a lo anteriormente expresado, esta sesión le otorga a la FCyT la Facultad de comunicar la obra divulgarla, publicarla y reproducirla en soportes analógicos o digitales en la oportunidad que así lo estime conveniente. La FCyT deberá indicar que la autoría o creación del trabajo corresponde a mi persona y hará referencia al autor y a las personas que hayan colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

En la ciudad de Coronel Oviedo a los ..., del mes de del 2025

.....

Firma

.....

Firma



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA

En primer lugar, **a Dios**, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, dándome sabiduría, salud y esperanza para alcanzar mis metas. Sin Su bendición, nada de esto habría sido posible.

A **mis padres**, por su amor incondicional, apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Su ejemplo y motivación han sido fundamentales para lograr este objetivo.

A **mi prometida**, por su amor incondicional, paciencia y comprensión, brindándome ánimo y apoyo para seguir adelante con determinación.

A **mis docentes**, por compartir su conocimiento y sabiduría, y por inspirarme a alcanzar nuevas metas. Gracias por su dedicación y paciencia a lo largo de mi formación académica.

A **mis familiares y amigos**, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo y compañía en cada paso de este camino. Agradezco profundamente su aliento y comprensión.

Lucas González



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA

A **Dios**, por iluminar mi camino, darme salud, sabiduría y fortaleza para alcanzar este objetivo.

A **mis padres**, por su amor incondicional, apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo, responsabilidad y la perseverancia. Sin su guía y motivación, este logro no habría sido posible.

A **mi tía**, por ser un pilar constante en mi vida, ofreciéndome siempre su apoyo, sus consejos oportunos y un aliento inquebrantable. Su presencia y dedicación fueron fundamentales para sostenerme en cada etapa de este camino.

A **mi novia**, por su apoyo, comprensión y amor incondicional que me sostuvo en los momentos difíciles.

A **mis docentes**, por compartir su conocimiento y sabiduría, y por inspirarme a alcanzar nuevas metas. Gracias por su dedicación y paciencia a lo largo de mi formación académica.

A **mis familiares y amigos**, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo y compañía en cada paso de este camino. Agradezco profundamente su aliento y comprensión.

Alexis Rivas



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por iluminar nuestro camino y otorgarnos la fortaleza necesaria para alcanzar este objetivo.

A **nuestros queridos padres**, por ser nuestro pilar de amor, apoyo y motivación constante. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido la base sobre la cual hemos construido este logro.

A **nuestros tutores, Ing. Marcos Antonio Jiménez Campuzano e Ing. Esteban Arnaldo Penayo Portillo**, por su guía, paciencia y valiosos consejos durante todo el proceso de esta tesis. Su orientación ha sido esencial para la culminación de este proyecto.

Al **ingeniero Willy Valenzuela**, por su significativo aporte y predisposición en todo momento.

A la **Municipalidad de Coronel Oviedo**, representada por el Intendente Municipal **Abg. Marcos Antonio Benítez Velázquez**, por brindarnos la oportunidad de contribuir al desarrollo de infraestructura de nuestra querida ciudad.

Finalmente, a todos aquellos que han contribuido a nuestra educación, por su apoyo y motivación inquebrantables.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

RESUMEN

El presente Proyecto Final de Grado aborda el diseño de una planta de faenamamiento animal en el Municipio de Coronel Oviedo, perteneciente al Departamento de Caaguazú. La propuesta tiene como finalidad principal dotar a la ciudad de una infraestructura moderna que asegure la obtención de carne bajo condiciones higiénicas, cumpliendo las disposiciones nacionales en materia de bienestar animal y procurando reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente.

El diseño considera la instalación de un sistema de desagüe industrial conformado por pisos con pendiente hacia rejillas sifonadas de acero inoxidable, conectadas a tuberías de PVC reforzado. Tanto las redes secundarias como las principales fueron calculadas para conducir los caudales previstos de manera eficiente hasta la planta de tratamiento de efluentes. Esta última contempla procesos en fases sucesivas: cribado, separación de grasas, tratamientos biológicos anaeróbicos y desinfección por cloración, asegurando así una disposición adecuada de las aguas residuales.

Los estudios geotécnicos ejecutados incluyen ensayos de penetración estándar (SPT) y pruebas de percolación, cuyos resultados aportaron información esencial sobre la capacidad portante del terreno y sus condiciones de drenaje, garantizando la estabilidad y seguridad de la obra.

Para la construcción se ha optado por materiales resistentes y técnicas modernas, como perfiles de acero conformado y recubrimientos epoxi en muros para reforzar la impermeabilización. Los cálculos estructurales, elaborados con herramientas de software especializado y siguiendo normativas internacionales, aseguran la solidez y confiabilidad del diseño.

Asimismo, se desarrolló un análisis detallado de presupuestos y cómputos métricos, lo que permite una planificación realista y una ejecución ordenada del proyecto, garantizando su factibilidad económica. Todos los planos, memorias de cálculo y especificaciones técnicas complementarias se incluyen en los anexos, constituyendo la base para llevar adelante la implementación de la planta.

PALABRAS CLAVE:

- Hidráulica y Sanitaria,
- Geotecnia
- Estructuras y Construcciones civiles
- ODS 6 - Agua limpia y saneamiento
- ODS 9 - Industria Innovación e Infraestructura
- ODS 11 - Ciudades y comunidades sostenibles
- ODS 12 - Producción y Consumo Responsables



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ABSTRACT

This Final Degree Project addresses the design of an animal slaughtering plant in the Municipality of Coronel Oviedo, located in the Department of Caaguazú. The main objective of the proposal is to provide the city with a modern infrastructure that ensures the production of meat under hygienic conditions, complying with national animal welfare regulations and seeking to minimize negative environmental impacts.

The design includes the installation of an industrial drainage system consisting of sloped floors leading to stainless steel trapped grates connected to reinforced PVC pipes. Both secondary and main networks were calculated to efficiently convey the projected flow rates to the wastewater treatment plant. The latter includes successive treatment stages—screening, grease separation, anaerobic biological processes, and chlorination disinfection—thus ensuring the proper management of wastewater.

The geotechnical studies carried out included Standard Penetration Tests (SPT) and percolation tests, whose results provided essential information on the soil's bearing capacity and drainage conditions, guaranteeing the stability and safety of the structure.

For construction, durable materials and modern techniques were selected, such as cold-formed steel profiles and epoxy wall coatings to reinforce waterproofing. The structural calculations, performed using specialized software and following international standards, ensure the strength and reliability of the design.

Additionally, a detailed cost estimate and quantity survey were developed, allowing for realistic planning and orderly project execution, guaranteeing its economic feasibility. All drawings, calculation reports, and complementary technical specifications are included in the annexes, serving as the foundation for the implementation of the plant.

KEYWORDS:

- Hydraulic and Sanitary Engineering
- Geotechnics
- Structures and Civil Constructions
- SDG 6 – Clean Water and Sanitation
- SDG 9 – Industry, Innovation and Infrastructure
- SDG 11 – Sustainable Cities and Communities
- SDG 12 – Responsible Consumption and Production.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1 INTRODUCCION.....	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4 JUSTIFICACIÓN	5
1.5 OBJETIVOS	6
CAPÍTULO II.....	7
INGENIERÍA DEL PROYECTO	7
2.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	7
2.2 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS	7
2.3 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS.....	8
2.4 DISEÑO ARQUITECTONICO.....	10
2.5 CALCULOS ESTRUCTURALES.....	13
2.6 PLANOS DE INSTALACIONES.....	15
2.1 PLANTA DE TRATAMIENTO (PTAR).....	17
CAPÍTULO III.....	27
ANÁLISIS ECONÓMICO.....	27
3.1. EVALUACION DE COSTOS DE LA OBRA.....	27
CAPÍTULO IV.....	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
4.1. CONCLUSIONES.....	28
4.2. RECOMENDACIONES.....	29
CAPÍTULO V	30
BIBLIOGRAFÍA	30



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACION	7
FIGURA 2. PLANO DE UBICACION.....	7
FIGURA 3. MODELADO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN CON EL TECHO INTEGRADO DEL PABELLÓN PRINCIPAL.....	14
FIGURA 4. MODELADO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO CON EL TECHO INTEGRADO DE LOS CORRALES.....	14
FIGURA 5. ESQUEMA EN CORTE Y PLANTA DEL AFORADOR PARSHALL.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PUNTO DE REFERENCIA	7
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL.....	19
TABLA 3. RESULTADOS REJILLA CRIBADORA.....	20
TABLA 4. RESULTADOS DESENGRASADOR.....	21
TABLA 5. MEDIDAS DEL AFORADOR PARSHALL.....	21
TABLA 6. RESULTADOS RAFA 1.....	23
TABLA 7. RESULTADOS RAFA 2.....	24
TABLA 8. RESULTADOS FAFA	25
TABLA 9. RESULTADOS LECHO DE SECADO.....	25
TABLA 10. RESULTADOS CLORADOR	26
TABLA 11. RESUMEN DE PRESUPUESTO DE LA OBRA.....	27

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCION.

El presente proyecto de investigación nace con la finalidad de responder a las necesidades actuales y futuras relacionadas con la construcción de una planta de faenamiento en el municipio de Coronel Oviedo, situado en el departamento de Caaguazú.

Los estudios efectuados para definir la localización de la planta se desarrollan dentro del marco de la ingeniería civil aplicada a entornos urbanos, con especial énfasis en aspectos clave como la infraestructura y la adecuada planificación del uso del suelo. Este enfoque busca optimizar los espacios disponibles y, al mismo tiempo, contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

El objetivo central de un matadero es garantizar la obtención de carne bajo condiciones higiénicas, asegurando el manejo responsable de los animales durante el proceso de sacrificio y el tratamiento de las carcasas. Para ello, se plantean procedimientos que promueven la separación de áreas “limpias” y “sucias”, la implementación de inspecciones exhaustivas de la carne y una gestión eficiente de los residuos generados. De esta manera, se evita tanto el riesgo de contaminación en la cadena de distribución como el impacto ambiental negativo. La meta principal es asegurar la inocuidad alimentaria, proteger la salud de los consumidores, preservar el entorno y cumplir con las normativas de bienestar animal.

En síntesis, el diseño de un matadero municipal en Coronel Oviedo se configura como un elemento esencial para garantizar el cumplimiento de disposiciones sanitarias, mejorar los procesos productivos, proteger los recursos ambientales y consolidar un sistema sostenible y eficiente al servicio de la comunidad.

El presente proyecto se enmarca dentro de las líneas de investigación de *Hidráulica y Sanitaria, Geotecnia y Estructuras y Construcciones Civiles*, ya que el diseño de la planta de faenamiento requiere de una planificación integral de los sistemas de abastecimiento y disposición de aguas, tanto para el consumo como para el tratamiento de efluentes, garantizando condiciones sanitarias adecuadas. Asimismo, se consideran estudios geotécnicos para determinar las características del terreno y su capacidad portante, asegurando la estabilidad y durabilidad de las estructuras proyectadas. Desde el punto de vista estructural, el proyecto involucra el diseño y la ejecución de edificaciones e instalaciones que cumplan con criterios de seguridad, funcionalidad e higiene propios de las construcciones industriales.

En cuanto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el trabajo contribuye directamente al **ODS 6 (Agua limpia y saneamiento)** mediante la implementación de sistemas eficientes de tratamiento de aguas residuales; al **ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura)** por promover el desarrollo de una infraestructura esencial para la cadena productiva local con criterios de sostenibilidad e innovación; al **ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles)** al mejorar la calidad de vida urbana mediante una gestión responsable de los recursos y la localización adecuada de instalaciones públicas; y al **ODS 12 (Producción y consumo responsables)** al garantizar procesos de faenamiento que minimizan la generación de residuos y fomentan el aprovechamiento y tratamiento adecuado de los subproductos. En conjunto, estos aspectos refuerzan la importancia del proyecto como una propuesta técnica, social y ambientalmente sostenible para el municipio de Coronel Oviedo.

1.2 ANTECEDENTES

En la Universidad de La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería, se llevó a cabo un proyecto final de grado titulado "Diseño de una planta de beneficio animal" por el estudiante José Jann Castro Gutiérrez en 2016. Este proyecto de investigación surge como respuesta a la necesidad de diseñar de manera óptima una planta de beneficio animal en el municipio de San Cayetano, Cundinamarca, con el objetivo de beneficiar a las poblaciones aledañas. Los estudios para determinar la ubicación de la planta se basan en la línea de investigación en ingeniería civil para ambientes urbanos, abarcando aspectos clave como la infraestructura y el uso eficiente de los espacios públicos. [1]

En la Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería, se desarrolló un proyecto final de grado titulado “Proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales para el matadero municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros del Dpto. Cordillera” por los alumnos Rodrigo Alejandro Coronel Candia e Iván Ernesto Sandoval Pérez en 2019. A través de la caracterización fisicoquímica del vertimiento, se propuso un sistema de tratamiento compuesto por pretratamiento (desarenado y rejillas), tratamiento primario (trampa de aceites y grasas), tratamiento secundario (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente y Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente) y tratamiento terciario (Clorador y Lecho de Secado de Lodos), alcanzando una eficiencia teórica de remoción de contaminantes del 80 al 85%. Este sistema contribuiría a mejorar los aspectos sociales, económicos y ambientales del establecimiento, demostrando la viabilidad de implementar la planta de tratamiento de aguas residuales para el matadero municipal. [2]

De acuerdo al trabajo final de grado presentado por Willy Alfredo Valenzuela Toppi, titulado “Diseño de una planta de beneficio animal en el Municipio de San Estanislao, Departamento de San Pedro” desarrollado en la Universidad Nacional de Caaguazú, Coronel Oviedo, Paraguay en el año

**“DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE
CORONEL OVIEDO”**

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA - 2025

2024 con el objetivo de diseñar un matadero en conformidad con las regulaciones nacionales aplicables, en el municipio de San Estanislao, ubicado en el departamento de San Pedro. [2]

En este proyecto se establece un estándar elevado en el diseño de infraestructuras sanitarias y de tratamiento de aguas residuales. La detallada planificación, el uso de técnicas avanzadas y el cumplimiento de normativas aseguran que la planta de beneficio animal en San Estanislao se convierta en una referencia de calidad y sostenibilidad en el sector. Este proceso ha sido crucial para el desarrollo profesional en el campo de la ingeniería civil, particularmente en el área de la ingeniería sanitaria

1.3 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Coronel Oviedo, capital del V Departamento de Caaguazú, enfrenta una problemática significativa en la manipulación y procesamiento de productos cárnicos debido a la falta de un matadero moderno y adecuado.

Con el paso del tiempo, las instalaciones del actual matadero han sufrido un deterioro importante, lo que ha afectado su funcionalidad y su capacidad para cumplir con las normativas sanitarias y ambientales vigentes. Actualmente, se faena un promedio de 77 cabezas semanales, el sacrificio de animales se realiza en condiciones que no siempre garantizan la inocuidad de los alimentos, lo que representa un riesgo para la salud pública ante la posibilidad de transmisión de enfermedades a través del consumo de carne contaminada.

Además, la ausencia de instalaciones adecuadas genera prácticas ineficientes en el manejo y sacrificio de los animales, lo que repercute negativamente en su bienestar. El estrés y el sufrimiento innecesario durante estos procesos no solo afectan la calidad del producto final, sino que también contravienen normativas internacionales sobre el trato humanitario a los animales.

Desde un punto de vista ambiental, la falta de infraestructura que responda a normas de bioseguridad en el manejo de residuos cárnicos provoca impactos negativos en el ecosistema local, como la contaminación del suelo y cuerpos de agua. Esta situación afecta la sostenibilidad del sector agropecuario y la calidad de vida de la población.

Ante este panorama, es fundamental el diseño y construcción de un matadero en Coronel Oviedo que garantice condiciones sanitarias adecuadas, promueva el bienestar animal y minimice el impacto ambiental, permitiendo así un desarrollo sostenible y seguro para la comunidad.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El diseño de una nueva planta de faena en la ciudad de Coronel Oviedo se basa en aspectos fundamentales que impactan directamente en la salud pública, el bienestar animal y el desarrollo sostenible de la región.

Uno de los principales motivos para la implementación de este proyecto es la necesidad de contar con una infraestructura moderna y adecuada que cumpla con los estándares sanitarios nacionales. La producción y el consumo de carne de calidad dependen en gran medida de la adecuada manipulación y procesamiento de los animales. Un matadero bien diseñado garantizaría la inocuidad de los productos cárnicos reduciendo el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos y mejorando la seguridad alimentaria de la población.

Otra problemática que este proyecto busca resolver es el bienestar animal. La implementación de un matadero con tecnología avanzada permitirá aplicar procesos que minimicen el sufrimiento de los animales durante el sacrificio, asegurando prácticas humanitarias en la cadena de producción. Un correcto diseño en las instalaciones favorecerá un manejo adecuado del ganado, reduciendo el estrés y mejorando la calidad del producto final.

Asimismo, el matadero contribuirá significativamente al desarrollo sostenible de Coronel Oviedo. La gestión adecuada de residuos y la incorporación de tecnologías ecoamigables minimizarán el impacto ambiental de la actividad, asegurando un uso eficiente de los recursos y reduciendo la contaminación en la región. Un matadero moderno fortalecerá la economía local, generando empleo en condiciones seguras y controladas, además, oportunidades comerciales para productores y comerciantes del sector cárnico.

El cumplimiento normativo es otro factor esencial en la justificación de este proyecto. Un matadero que opere bajo los estándares sanitarios exigidos garantizará que los productos obtenidos sean aptos para el consumo humano y aptos para su comercialización en mercados nacionales e internacionales. Esto favorecerá la competitividad del sector agropecuario de Coronel Oviedo y fortalecerá la confianza de los consumidores.

En este contexto, el Intendente Municipal, en representación del municipio, recurre a la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú para solicitar su colaboración en la planificación del proyecto.

De esta manera, el diseño de la planta de faena no solo beneficiará a la comunidad, sino que también contribuirá a la protección del medio ambiente

Nota de solicitud para la elaboración del proyecto en el **Anexo I**.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una propuesta de diseño para la nueva planta de faena municipal en la ciudad de Coronel Oviedo en el año 2025, que cumpla con las normativas sanitarias, ambientales y de bienestar animal.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los requerimientos estructurales en materia de sanidad, bienestar animal y gestión ambiental aplicables a plantas de faena municipales conforme a las normativas vigentes en Paraguay.
- Conocer las características topográficas y geotécnicas de la zona prevista para la obra.
- Establecer estrategias para el manejo eficiente de residuos, el tratamiento de efluentes y la reducción del impacto ambiental.
- Elaborar el cómputo métrico y presupuesto de la obra.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

2.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

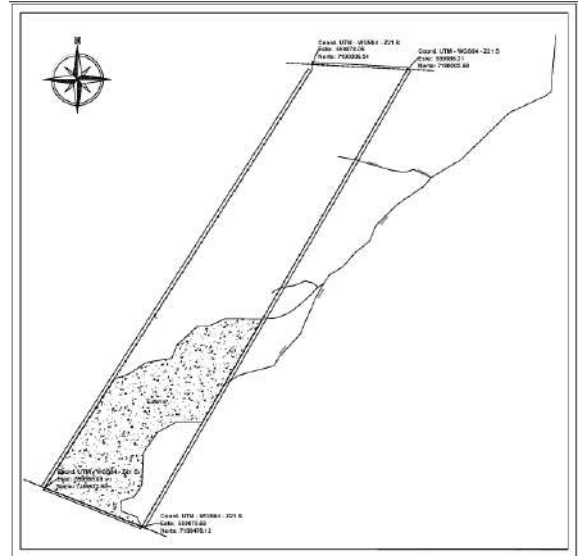
El predio del matadero municipal está ubicado en la ciudad de Coronel Oviedo, ubicado en la localidad de Potrero San Roque sobre la ruta departamental D42, este antiguo edificio se encuentra a 700 metros de la Ruta PY08 Dr. Blas Garay. La superficie del terreno es de 7 hectáreas aproximadamente.

Figura 1. Ubicacion



Fuente: Google Earth

Figura 2. Plano de Ubicacion



Fuente: Elaboración Propia

2.2 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

El análisis topográfico inicia con la identificación del terreno correspondiente. Posteriormente, se selecciona los puntos estratégicos para la colocación y distribución de los puntos de controles terrestres. Estos puntos son luego ajustados utilizando el sistema Gns de postproceso, mientras se realiza el relevamiento captura del terreno mediante el sistema Gns RTK..

Finalizado el relevamiento de los datos topográficos, se llevó a cabo su procesamiento y organización para la generación de Curvas de Nivel y Modelos de Elevación con ayuda del software Civil 3D.

Para el relevamiento se utilizó como referencia de nivel:

Tabla 1. Punto de Referencia

Denominacion	N	E	Cota
PCT01	7190036.865	559899.504	130.461

Fuente: Elaboración Propia

Estas estaciones están amarradas a un Punto Base con coordenadas N: 7190036.865 – E: 559899.504 – Cota: 130.461 m, desde el punto de control se realizó el relevamiento planialtimétrico utilizando la metodología de “Geo posicionamiento GNSS” con el sistema de Georreferencia UTM-WGS84.

Tras finalizar el análisis de las curvas de nivel, se concluyó en que la cota final del terreno que será utilizado en el área del proyecto, una vez rellenado y compactado, debe ser de 130.50. De esta manera, se obtuvo un volumen total de material de relleno y compactación de 7070 metros cúbicos, siendo el $\Delta h_{max} = 1.75$ m y el $\Delta h_{prom} = 0.53$ m.

2.3 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS.

En el marco del diseño del proyecto de ingeniería, se llevaron a cabo una serie de estudios geotécnicos con el objetivo de evaluar las condiciones del subsuelo y proporcionar una base sólida para la planificación y ejecución de la obra. Estos estudios incluyeron la realización de Ensayos de Penetración Estándar (SPT), ensayos de percolación y la determinación del tipo de suelo del terreno, lo que permitió obtener datos precisos sobre la resistencia del suelo y su capacidad de drenaje. Los resultados de estos ensayos son fundamentales para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras proyectadas.

2.3.1 Ensayo de Penetración Estándar (SPT).

Se han realizados sondeos de investigación, consistente en perforaciones con pala barreno y ensayos de penetración estándar (S.P.T.) para determinar la resistencia del suelo y su capacidad de carga, para lo cual se utilizó un muestreador bipartido del tipo RAYMOND – TERZAGHI, y la metodología conforme a las normas ASTM 1586/67, con ensayos y muestreos de cada metro de perforación.

Se empleó un equipo de sondeo manual, provisto de cuchara saca muestra del tipo pala barrena de 3”pulgadas de diámetro externo e interno respectivamente, con tubos galvanizados roscables para llegar hasta profundidad necesaria o techo de roca si lo hubiere.

Metodología:

- Se perforaron sondeos hasta una profundidad máxima de 6 metros, dependiendo de la variabilidad y características del suelo.
- Se registró el número de golpes necesarios para hincar el muestreador en tramos de 15 cm, conocidos como "blows per foot".
- Los datos obtenidos se analizaron para determinar la resistencia a la penetración (N-value), que es un indicador de la densidad y consistencia del suelo.

- Durante la perforación, no se registró el nivel freático
- Además, se recolectaron muestras de suelo durante los ensayos para realizar análisis de laboratorio y determinar su clasificación.

Resultados:

- Los valores de resistencia a la penetración en la capa superficial (0 – 1,00 m) corresponden a suelos areno-arcillosos de consistencia compacta, con granulometría media a fina y color gris.
- En la capa intermedia (1,00 – 5,33 m aprox.), se observan suelos areno-limoso arcillosos con alteraciones de areniscas, de consistencia compacta, adecuados para soportar cargas moderadas. A partir de los 5,33 m, se encuentra arenisca alterada rígida a dura, generando rechazo a la percusión, indicando un estrato adecuado para cimentaciones profundas.
- En conjunto, el terreno presenta un perfil estable, con suelos superficiales manejables y estratos profundos resistentes, predominando los suelos grises con granulometría media a fina.
- Durante la realización de los trabajos no fue detectada actividad freática de agua superficial en ningún sondeo.

2.3.2. Ensayos de Percolación.

Los ensayos de percolación se realizaron para evaluar la capacidad del suelo para absorber y drenar agua, un factor crítico para la planificación de sistemas de gestión de aguas pluviales y sanitarias.

Metodología:

- Se excavaron pozos de prueba a una profundidad de 1 metro y un diámetro de 0,30 metros en varios puntos del terreno. Se llenaron con agua y se midió el tiempo que tardó en percolar una cantidad específica de agua a través del suelo.
- Estas mediciones se realizaron repetidamente para asegurar la precisión y consistencia de los datos.

Resultados:

- Los tiempos de percolación variaron entre 12 y 25 minutos por centímetro, indicando una capacidad de drenaje moderadamente buena en la capa superficial y moderadamente baja en la capa intermedia, debido a la composición areno-limosa arcillosa del suelo.
- Estos resultados derivan en un coeficiente de infiltración promedio de 330 litros/m²·día, reflejando una permeabilidad general moderada del terreno, adecuada para el manejo de aguas pluviales y sanitarias.

2.3.3. Conclusiones.

Los estudios geotécnicos que se realizaron, a través de los ensayos SPT, de percolación y la determinación del tipo de suelo, proporcionaron información fundamental sobre las características del subsuelo del terreno. La combinación de estos datos permitirá diseñar cimentaciones, sistemas de drenaje y sistemas de desagüe que aseguren la estabilidad y funcionalidad del proyecto a largo plazo.

Las planillas de resultados están detalladas en el **Anexo II**.

2.4 DISEÑO ARQUITECTONICO.

El diseño arquitectónico de una matadería debe cubrir diversas áreas funcionales y operativas para garantizar un flujo eficiente y seguro de las operaciones además de garantizar la seguridad alimentaria, desde la recepción del ganado hasta el embarque de los productos finales.

Los detalles constructivos que se utilizaron en el diseño se basaron en la **RESOLUCIÓN N° 255**, “REGLAMENTO DE INFRAESTRUCTURA BASICA PARA LA CONSTRUCCION, HABILITACION Y FUNCIONAMIENTO DE MATADEROS PARA CONSUMO INTERNO EN LA REPUBLICA DEL PARAGUAY” (SENACSA) [4]

A continuación, se describen las principales partes del diseño:

1. Área de recepción y pesaje

- Corrales: Zona diseñada para recibir y alojar temporalmente a los animales antes del sacrificio. Incluye corrales y áreas para la inspección inicial.
- Corral de aislamiento: Espacio para aislar a los animales sospechosos o que requieran inspección adicional antes de ingresar al proceso principal.
- Corral de sospechosos: Área destinada para animales que presenten algún signo de enfermedad o anomalía.
- Lavado de camiones: Zona para la limpieza de los vehículos que transportan el ganado, asegurando higiene y previniendo la contaminación.
- Recepción y pesaje: Área donde se pesa el ganado antes de proceder al sacrificio, permitiendo un registro preciso y control del proceso.

2. Área de sacrificio

- Cajón de noqueo: Espacio donde se realiza el aturdimiento humanitario de los animales.
- Degüelle y desangrado: Área para el sacrificio y desangrado, con sistemas adecuados de drenaje y manejo de sangre.

3. Área de procesamiento primario

- Desolladora: Espacio para la remoción de la piel de los animales.
- Eviscerado: Área para la extracción de vísceras, segregando vísceras rojas y verdes para evitar contaminación cruzada.
- Corte de cabezas, patas y esternón: Sectores específicos para el corte de estas partes, facilitando un flujo continuo del proceso.

4. Área de inspección sanitaria

- Inspección médico-veterinaria (M.V.): Zona para la inspección veterinaria de las canales, asegurando que cumplan con los estándares de seguridad alimentaria.
- Retención de canales: Espacio para retener las canales que necesitan una inspección adicional o que no cumplen con los criterios de calidad.

5. Área de refrigeración

- Refrigeración de vísceras rojas y verdes: Ambientes separados para almacenar los productos y evitar la contaminación.
- Refrigeración de patas y cabezas: Espacio refrigerado específico para almacenar estas partes.
- Cámara de retenido: Área destinada a retener productos que requieren inspección adicional o almacenamiento temporal.

6. Área de procesamiento secundario

- Proceso de cabezas y patas: Espacio dedicado al procesamiento adicional de cabezas y patas.
- Recepción, pesaje y trimeado de piel: Zona para recibir, pesar y cortar la piel, con un almacén dedicado para su almacenamiento.

7. Área de embarque

- Embarque de subproductos: Zona para la carga de subproductos derivados del sacrificio.
- Embarque de medias canales: Espacio para la carga de medias canales, asegurando la higiene y mantenimiento de la cadena de frío.

8. Área de higienización y servicios

- Zona de higienización: Áreas para la limpieza y desinfección de equipos y utensilios.
- Lavado de utensilios y equipos: Espacios específicos para asegurar la limpieza y desinfección continua.
- Vestidores y SSHH: Vestuarios y servicios sanitarios para el personal, asegurando condiciones adecuadas de higiene y comodidad.

9. Almacenes

- Almacén de productos decomisados: Espacio para almacenar productos no aptos para el consumo humano, asegurando su correcta disposición.
- Almacén de piel: Área específica para almacenar las pieles procesadas, asegurando su conservación adecuada.

10. Otros espacios

- Oficina y mirador del jefe de personal: Espacio de supervisión para monitorear las operaciones en la matadería.
- Pasillos de comunicación: Diseñados para el tránsito eficiente y seguro del personal.

El diseño arquitectónico propuesto incorpora soluciones que garantizan la eficiencia, higiene y durabilidad de la matadería. Las uniones entre pisos y paredes presentan bordes redondeados, facilitando la limpieza y evitando la acumulación de residuos, mientras que las paredes reciben recubrimiento de pintura epoxi que asegura impermeabilidad y resistencia a la humedad.

Los pisos impermeables, con una ligera pendiente del 2 % hacia los desagües, permiten una evacuación de líquidos rápida y segura, optimizando las labores de mantenimiento.

Estas decisiones de diseño aseguran el cumplimiento de normas de seguridad, bienestar animal e higiene, así como la conformidad con la legislación ambiental vigente.

Los planos arquitectónicos completos se presentan en el **Anexo de Planos**.

2.5 CALCULOS ESTRUCTURALES.

Para el cálculo de la estructura de hormigón armado del proyecto, se utilizará el software "CYPECAD" según la normativa CIRSOC 201/2005, considerando tanto los estados límites últimos (E.L.U.) como los estados límites de servicio (E.L.S.), asegurando la resistencia y durabilidad de la estructura. [5]. junto con el Código Técnico de la Edificación (CTE) [6], adoptando una resistencia de 20 MPa.

Las cimentaciones se han diseñado con zapatas aisladas, considerando las cargas permanentes generadas por las mamposterías como carga muerta en las vigas de encadenado inferior. Las zapatas aisladas presentan dimensiones que varían desde 80 x 80 x 30 cm para las cargas mínimas hasta 150 x 150 x 45 cm en los puntos de mayor sollicitación.

Los pilares, estratégicamente dispuestos para evitar sobrecargas significativas, sostienen la estructura metálica del techo. Se definieron con secciones comprendidas entre 15 x 30 cm en las zonas de menor sollicitación estructural y 25 x 45 cm en los sectores que requieren mayor capacidad portante. Además, se han incorporado vigas de encadenado superior que actúan como arriostramiento, proporcionando estabilidad general a la estructura con secciones comprendidas entre 15 x 30 cm y de 25 x 50 cm, dependiendo del tramo y de las cargas combinadas de uso, viento y peso propio.

Para el techo, se han utilizado perfiles de acero conformado con un límite elástico de 250 MPa. Las correas se han diseñado con perfiles en C, empleándose secciones C-75x38x13x2.25 mm, C-100x40x15x2 mm y C-100x40x15x2.25 mm. Para las cabriadas se han conformado con perfiles en U, la sección máxima utilizada correspondió al perfil U-150x50x3 mm, mientras que la sección mínima adoptada fue de U-68x35x2 mm. El dimensionamiento se ha llevado a cabo considerando tanto las cargas de viento como las sobrecargas de uso previstas, aplicando la Norma Paraguaya de Viento 196 (NP 196) [7]. y la norma americana de acero conformado AISI S100-2007 [8] . El modelado de la estructura del techo se realizó utilizando el software Cype 3D.

Las estructuras modeladas quedaron de la siguiente manera:

Figura 3. Modelado de la estructura de hormigón con el techo integrado del pabellón principal



Fuente: CypeCad – Versión Campus

Figura 4. Modelado de la estructura de hormigón armado con el techo integrado de los corrales.



Fuente: CypeCad – Versión Campus

Las memorias de cálculo de estructuras se encuentran en el **Anexo III**.

Todos los detalles del armado, especificaciones y dimensiones se encuentran claramente representados y detallados en el **Anexo de planos**.

2.6 PLANOS DE INSTALACIONES.

2.6.1. Instalaciones de agua corriente.

Para dimensionar el sistema de agua corriente de la matadería municipal, se utilizó la norma NP 68 [9]. Este sistema está diseñado para abastecer de agua a todo el complejo, incluyendo el patio, el pabellón principal y los corrales.

El terreno cuenta actualmente con un tanque tipo "Copa" de 20,000 litros, conectado a un pozo artesiano, lo que garantiza el suministro de agua a todas las instalaciones, incluso en situaciones de emergencia, impulsados por una bomba centrífuga multietapa de superficie de 2 HP asegurando que todo el sistema tenga la presión suficiente.

Las tuberías principales del sistema son de 1 de pulgada, asegurando un flujo adecuado en las zonas de mayor demanda, mientras que las tuberías en los recorridos más cortos son de $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$ pulgada, optimizando así la distribución del agua en todo el complejo.

2.6.2. Instalaciones de desagüe sanitario.

2.6.2.1. Agua residual doméstica.

La gestión de las aguas residuales y los desechos humanos es esencial para mantener un ambiente limpio y adecuado para el trabajo.

Como pilar fundamental, se empleó la norma NP 44 [10]. El sistema de tuberías está compuesto por ramales de PVC reforzado, con diámetros que varían entre 75 y 100 mm, e incluye cámaras de inspección, una cámara séptica y un pozo absorbente de 1,80 metros de diámetro, dimensionado según los resultados del ensayo de percolación. Este diseño asegura una eficiente distribución y manejo de los residuos del agua residual doméstica.

Las memorias de cálculo de dimensiones mínimas de la cámara séptica y pozo ciego se encuentran en el **Anexo IV**.

2.6.2.2. Agua residual industrial.

El diseño del sistema de desagüe para aguas residuales industriales se ha desarrollado con criterios técnicos precisos para garantizar la recolección y transporte eficiente hacia la planta de tratamiento. Los pisos de todas las áreas están inclinados hacia rejillas sifonadas de acero inoxidable, que capturan los líquidos y los dirigen hacia los ramales secundarios y principales del sistema.

Los ramales secundarios emplean tuberías de PVC reforzado de 100 mm con rejillas de piso de 150 mm de diámetro, mientras que los ramales principales utilizan tuberías de 200 mm y tres rejillas lineales de $0,20 \times 0,60$ m, capaces de manejar grandes volúmenes de flujo. Además, los

ramales principales cuentan con registros de inspección de hormigón armado de $0,60 \times 0,60$ m, que facilitan el mantenimiento y la limpieza del sistema.

Este diseño asegura un flujo eficiente, minimiza riesgos de obstrucción y garantiza la durabilidad y operatividad continua del sistema. En conjunto, permite una gestión segura y eficiente de las aguas residuales industriales, cumpliendo con los estándares técnicos exigidos para este tipo de instalaciones.

2.6.3. Instalaciones de desagüe pluvial.

Para el diseño del sistema de desagüe pluvial de la matadería, se utilizó la norma NBR 10844 [11], que permite direccionar eficientemente el caudal de agua hacia el desagüe pluvial municipal. El sistema cuenta con una pendiente de techo del 12% y canaletas de alero de 50 cm de desarrollo para captar el agua de lluvia. Las canaletas de alero recolectan el agua, que luego desciende por cañerías de bajada de 150 mm de diámetro, transportándola a través de registros de 60 cm por 60 cm y canaletas de hormigón de 1.20 metros de ancho.

El sistema incluye bocas de tormenta estratégicamente situadas para recoger grandes volúmenes de agua y conectarlas a las canaletas de hormigón, garantizando así su vertido eficiente en la red de desagüe pluvial municipal. Este diseño integral asegura el cumplimiento de las normativas vigentes y la eficiencia operativa del sistema de desagüe pluvial en la matadería.

2.6.4. Planta de protección contra incendios.

La planta de protección contra incendios fue diseñada conforme a la **Ordenanza Municipal N.º 468/14** de la Municipalidad de Asunción [12], la cual establece los estándares de referencia para las instalaciones destinadas a la prevención y combate de incendios.

La aplicación de esta normativa resulta fundamental para garantizar que las medidas implementadas sean eficaces en la prevención y mitigación de incendios, asegurando la protección de las personas, las instalaciones y los bienes dentro del edificio.

El sistema de protección contempla una red integral de seguridad contra incendios que incluye **rociadores automáticos tipo *sprinkler***, alimentados por tuberías exclusivas para este fin, con una fuente de 35.000 litros proveniente del tanque tipo copa y el reservorio del PCI. Asimismo, se instalaron **detectores y alarmas de humo y calor**, esenciales para la detección temprana de cualquier conato de incendio. La **señalización de las salidas de emergencia** está debidamente dispuesta para facilitar una evacuación rápida y segura.

En cuanto a los equipos de extinción, el edificio cuenta con **extintores portátiles tipo ABC de 6 kg**, aptos para distintos tipos de fuego, además de **Bocas de Incendio Equipadas (BIE)**, que permiten un acceso inmediato y eficiente al agua para el control de emergencias.

2.6.5. Planta de instalación eléctrica.

Para el diseño de las instalaciones eléctricas de la Planta de Beneficio Animal, se ha utilizado el Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión de la ANDE [13]. Este reglamento proporciona las normativas y estándares necesarios para asegurar la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico.

Las instalaciones eléctricas incluyen la distribución de energía a todas las áreas de la planta, asegurando un suministro constante y fiable. Se han diseñado circuitos dedicados para las áreas críticas, como los sistemas de refrigeración, los equipos de procesamiento y las áreas de inspección sanitaria, para garantizar un funcionamiento ininterrumpido.

Además, se ha previsto la instalación de un generador de energía para asegurar la continuidad de las operaciones en caso de cortes de suministro eléctrico. Este generador está dimensionado para soportar la carga total de la planta, proporcionando una fuente de energía de respaldo confiable.

Cada detalle de los planos ha sido especificado, etiquetado y catalogado en el **Anexo de planos**.

2.1 PLANTA DE TRATAMIENTO (PTAR).

Este proyecto tiene como objetivo garantizar que las aguas residuales generadas durante el proceso de faenamiento animal sean tratadas de manera eficiente, en cumplimiento con las normativas ambientales vigentes y con el propósito de minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud pública.

Para el desarrollo del sistema de tratamiento, se realizaron investigaciones y consultas bibliográficas orientadas a determinar la alternativa más adecuada, considerando factores clave como el espacio disponible en el terreno, las características físico-químicas del efluente, la viabilidad económica de cada tipo de tratamiento y otros criterios técnicos relevantes.

En el trabajo final de grado de Rodrigo Coronel e Iván Sandoval [2], se han realizado investigaciones para determinar qué tipo de sistema de tratamiento es la que mejor se adapta a proyectos de esta índole, en donde concluyeron que debido a su bajo costo y alta funcionalidad los Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA) como tratamiento principal y el Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA) como pos tratamiento son las tecnologías más adecuadas a ser aplicadas.

En este proyecto se plantea una planta de tratamiento compuesta por varias etapas. En el tratamiento preliminar se realizará la separación y el aprovechamiento de la sangre recolectada en la zona de degüello y sangrado. El tratamiento primario incluirá un sistema de cribado mediante rejillas

y un desengrasador. Para el tratamiento secundario, se utilizarán dos reactores RAFA colocados en serie, seguidos de un filtro FAFA. Finalmente, en el tratamiento terciario, se implementará un sistema de lechos de secado y un clorador.

2.7.1. Parámetros básicos.

2.7.1.1. Población de diseño.

Para determinar el número de animales sacrificados en la Planta De Faena Municipal de Coronel Oviedo, se realizó una entrevista a los funcionarios de la matadería actual, que nos facilitaron la cantidad de animales faenados diariamente durante los últimos meses. A partir de los datos recabados, podemos aproximar la cantidad de ganado bovino sacrificado.

Considerando que el matadero actualmente no opera bajo condiciones óptimas y depende de la demanda fluctuante de productores independientes, en su mayoría provenientes del distrito de Coronel Oviedo, para la posterior comercialización de la carne, se determinó la necesidad de estimar una cantidad de animales adecuada para un modelo de proyecto técnicamente y económicamente viable.

Dado que el promedio diario o semanal de sacrificios no refleja de manera precisa la capacidad real de la planta, se adoptó como referencia una capacidad máxima diaria de faenamiento, utilizada como base para el diseño del caudal. Este criterio permitirá garantizar que, a futuro, la Planta de Faena Municipal de Coronel Oviedo pueda responder de forma eficiente al crecimiento de la demanda y a las condiciones operativas proyectadas.

Estimación de diseño para la capacidad máxima de la planta de Beneficio Animal.

Capacidad máxima estimada: **30 Bovinos/día**

2.6.1.1. Consumo de agua por bovino.

En el trabajo final de grado de Rodrigo Coronel e Iván Sandoval [2], se estableció que el consumo de agua por cada bovino sacrificado es de 1000 litros por animal.

En este trabajo optamos por seguir la recomendación mencionada en el texto anterior sobre el consumo de agua por bovino faenado.

2.6.1.2. Caracterización del agua residual.

Con el propósito de determinar las propiedades fisicoquímicas del agua residual producida en el Matadero Municipal de Coronel Oviedo, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio sobre el efluente de las instalaciones existentes. Se recolectaron muestras en el punto de descarga final y se enviaron a laboratorios para su análisis.

Estos análisis derivaron a los siguientes resultados:

Tabla 2. Características del agua residual.

Parámetros	Unidad	Métodos	Resultados	Límites *
DQO (Demanda Química de Oxígeno)	mg O ₂ /L	SM 5220 D	5546	150
DBO ₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	mg O ₂ /L	SM 5210 B	2149	50,0
Grasas y Aceites	mg/L	SM 5520 B	1478	Sin límite establecido

Fuente: Laboratorio CMIT- Universidad Nacional de Asunción.

Los resultados de los análisis serán detallados en el **Anexo V**.

2.6.2. Caudales de cálculo.

2.6.1.1. Caudal Sanitario.

$$Q_s = 30 \text{ m}^3/\text{día}$$

2.6.1.2. Caudal Sanitario.

- **Caudal mínimo:**

$$Q_{\min} = 24.00 \text{ m}^3/\text{día}$$

- **Caudal máximo horario:**

$$Q_{\max h} = 62.40 \text{ m}^3/\text{día}$$

- **Caudal máximo diario:**

$$Q_{\max d} = 39.00 \text{ m}^3/\text{día}$$

El caudal de diseño adoptado para el dimensionamiento será:

$$Q = Q_{\max h} = 62.40 \text{ m}^3/\text{hr}$$

2.6.3. Tratamiento primario.

2.6.3.1. Cribado mediante rejillas.

Para el tratamiento primario, utilizaremos rejillas, un método con una larga trayectoria en la gestión de aguas residuales. En las plantas de tratamiento, las rejillas se emplean para eliminar los contaminantes gruesos presentes en la corriente, protegiendo así el funcionamiento y los equipos de las unidades subsiguientes de posibles daños.

Tabla 3. Resultados rejilla cribadora.

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Ancho del canal	0.300	m
1	Tirante Hidráulico	0.400	cm
2	Borde Libre	0.300	m
3	Número de espacios	12.000	
4	Número de Barras	13.000	
5	Espesor de las barras	0.010	m
6	Claro de barra, Apertura	0.015	m
7	ancho de la rejilla	0.310	m
8	Largo de la rejilla	0.530	m
9	Inclinación de la rejilla	45.000	°
10	Perdida hidráulica	0.020	m
11	Velocidad de acercamiento	0.600	m/sg

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.2. Desengrasador.

El tratamiento primario comprende una serie de procesos diseñados para eliminar sólidos sedimentables y materiales flotantes mediante métodos gravitacionales o mecánicos. Este sistema es fundamental en una estación depuradora, ya que la transferencia de grasas al tratamiento secundario podría obstaculizar la descomposición de la materia orgánica y aumentar significativamente los valores de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) en el efluente de la planta.

Tabla 4. Resultados desengrasador.

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Volumen	0.36	m3
1	Area	0.36	m2
2	Largo	1.20	m
3	Ancho	0.30	m
4	Altura	1.00	m
5	Tiempo de retencion	3.00	min

Fuente: Elaboración propia.

2.6.4. Aforador Parshall.

El aforador Parshall es un dispositivo utilizado para medir el caudal de agua en canales abiertos y conductos. Su diseño permite una medición precisa del flujo de agua, siendo especialmente útil en sistemas de tratamiento de aguas residuales, irrigación y monitoreo de corrientes naturales.

Según la tabla de límites de aplicación para escurrimiento libre, que relaciona el ancho de la garganta del aforador con el caudal de diseño Q , el ancho que mejor se adapta a nuestras necesidades es de 2,54 cm (1 pulgada).

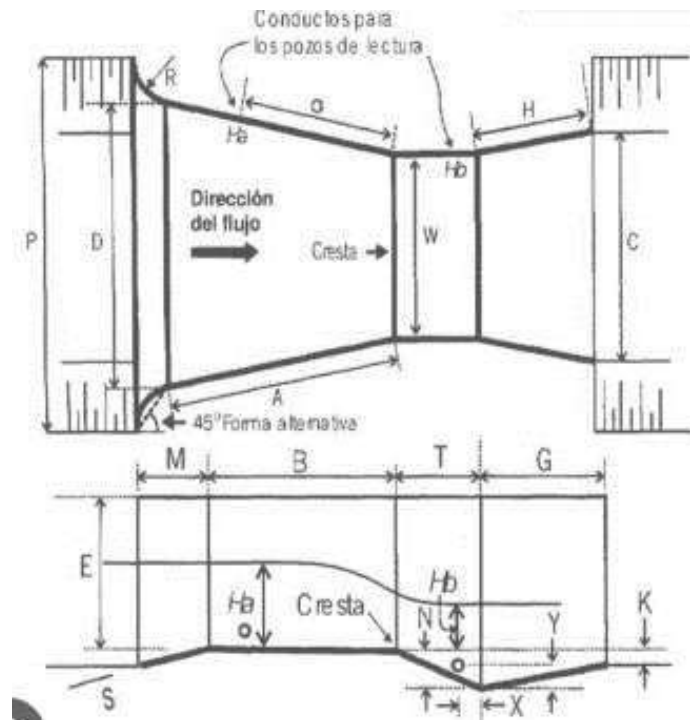
Con este dato y utilizando la tabla estandarizada, se obtienen las siguientes medidas:

Tabla 5. Medidas del aforador Parshall.

	W	cm	A	B	C	D	E	F	G	K	N
1	3"	7.6	45.6	45.7	39.4	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Esquema en corte y planta del aforador Parshall.



Fuente: Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros - Departamento de Cordillera.

2.6.5. Tratamiento secundario.

2.6.5.1. Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente (RAFA).

En esta sección, se implementará una serie de Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA) para tratar la elevada carga de DQO y DBO presente en el efluente del proyecto. Al disponer dos reactores anaeróbicos de flujo ascendente en serie, se incrementa el tiempo de retención hidráulica total del sistema, lo que permite una mayor descomposición de la materia orgánica en el efluente y una reducción adicional de la contaminación.

Esta disposición en serie proporciona una segunda etapa de tratamiento que optimiza el proceso de digestión anaeróbica, permitiendo ajustar parámetros específicos en cada reactor según las necesidades del tratamiento. En conjunto, esta estrategia mejora significativamente la eficiencia del tratamiento del efluente, especialmente en casos de alta carga de DQO y DBO.

Se optará por reactores de forma rectangular debido a su facilidad de construcción, alineándose con las tendencias actuales en diseño y construcción de sistemas de tratamiento.

Tabla 6. Resultados RAFA 1.

	Concepto	Sigla	Valor	Unidad
0	Volumen	V	20.80	m ³
1	Área	A	5.20	m ²
2	Ancho	a	2.10	m
3	Largo	L	2.50	m
4	Altura Total	H	4.00	m
5	Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	8.00	h
6	Carga Volumétrica	COV	16.64	kg.DQO/m ³ .dia
7	Carga Hidráulica volumétrica	CHV	3.00	m ³ /m ³ .dia
8	Velocidad Ascensional	Vasc	0.50	m/h
9	Puntos de Distribución del afluente	-	3.00	unidad
10	Altura de la campana	h	1.50	m
11	Altura del Reactor parte inferior	hi	2.50	m
12	Inclinación de la campana	α	60.00	°
13	Rendimiento del sistema	-	85.00	%
14	DQO aplicada al sistema	DQO	5546.00	mg/L
15	DBO aplicado al sistema	DBO	2149.00	mg/L
16	DQO saliente	DQO saliente	831.90	mg/L
17	DBO Saliente	DBO saliente	322.35	mg/L

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 7. Resultados RAFA 2.

	Concepto	Sigla	Valor	Unidad
0	Volumen	V	20.8000	m3
1	Area	A	5.2000	m2
2	Ancho	a	2.1000	m
3	Largo	L	2.5000	m
4	Altura Total	H	4.0000	m
5	Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	8.0000	h
6	Carga Volumétrica	COV	2.5000	kg.DQO/m3.dia
7	Carga Hidráulica volumétrica	CHV	3.0000	m3/m3.dia
8	Velocidad Ascensional	Vasc	0.5000	m/h
9	Puntos de Distribución del afluente	-	3.0000	unidad
10	Altura de la campana	h	1.5000	m
11	Altura del Reactor parte inferior	hi	2.5000	m
12	Inclinación de la campana	α	60.0000	°
13	Rendimiento del sistema	-	85.0000	%
14	DQO aplicada al sistema	DQO	831.9000	mg/L
15	DBO aplicado al sistema	DBO	322.3500	mg/L
16	DQO saliente	DQO saliente	124.7850	mg/L
17	DBO Saliente	DBO saliente	48.3525	mg/L

Fuente: Elaboración propia.

2.6.5.2. Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA).

La utilización de filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAFA) se recomienda generalmente en las siguientes situaciones:

1. Diseñar el FAFA como una unidad independiente para la oxidación de la materia orgánica.
2. Diseñar el FAFA como un pos tratamiento del efluente de un reactor anaeróbico.

En nuestro caso particular, se ha concluido que es adecuado dimensionar un FAFA como pos tratamiento del efluente de la serie de reactores anaeróbicos. Esta configuración permitirá un tratamiento adicional y eficaz del efluente, mejorando la calidad final del agua tratada.

Tabla 8. Resultados FAFA

	Concepto	Sigla	Valor	Unidad
0	Volumen	V	0.72	m3
1	Volumen del medio filtrante	V	5.75	m3
2	Area	A	2.87	m2
3	Ancho	a	2.60	m
4	Largo	L	1.11	m
5	Altura Total	H	3.00	m
6	Altura el medio filtrante	Hfiltro	2.00	m
7	Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	3.32	h
8	Carga Volumetrica	COV	0.35	kg.DQO/m3.dia
9	Carga Hidráulica Superficial	Chs	21.72	m3/m2.dia
10	Puntos de Distribución del afluente	-	1.00	unidad
11	Rendimiento del sistema	-	80.00	%
12	DQO aplicada al sistema	DQO	124.79	mg/L
13	DBO aplicado al sistema	DBO	48.35	mg/L
14	DQO saliente	DQO saliente	24.96	mg/L
15	DBO Saliente	DBO saliente	9.67	mg/L

Fuente: Elaboración propia.

2.6.6. Tratamiento terciario.

2.6.6.1. Lecho de secado.

Los lechos de secado son dispositivos diseñados para eliminar suficiente agua de los lodos, permitiendo que el material resultante pueda manejarse como un sólido, con un contenido de humedad inferior al 70%.

Tabla 9. Resultados Lecho de secado

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Area	34	m2
1	Largo	12	m
2	Ancho	3	m
3	Altura	1	m
4	Dias	5	días

Fuente: Elaboración propia.

2.6.6.2. Desinfección (Clorador).

Un clorador en el tratamiento terciario de una planta de tratamiento de aguas sirve para la desinfección del agua tratada. Su función principal es eliminar patógenos, como bacterias, virus, y otros microorganismos, asegurando que el agua sea segura para su uso o vertido en el medio ambiente.

Tabla 10. Resultados Clorador

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Caudal de entrada	0.72	l/s
1	Dosis de cloro	2.00	mg/l
2	Requerimiento de cloro diario	0.12	kg/dia
3	Volumen del Recipiente para preparar la solución	1.10	litros
4	Volumen útil del tanque de contacto	1.30	m3
5	Area	1.30	m2
6	Largo	1.30	m
7	ancho	1.00	m
8	Altura	1.20	m
9	Tiempo de retención	30.00	min

Fuente: Elaboración propia.

Todos los criterios de diseño y consideraciones adoptados se encuentran detallados en la Memoria de Cálculo, elaborada con Jupyter Notebook y Python, disponible en el **Anexo VI**.

Los cálculos realizados corresponden a las dimensiones mínimas necesarias para el funcionamiento de la planta de tratamiento. Sin embargo, por razones constructivas y para facilitar las tareas de mantenimiento que requieren la entrada de personal en los tanques, las dimensiones finales de las estructuras son mayores que las mínimas calculadas. Esto permite una instalación adecuada de todas las partes y garantiza un acceso seguro para el mantenimiento.

Los planos y detalles específicos de estas dimensiones se encuentran en el **Anexo de planos**.



CAPÍTULO III

ANÁLISIS ECONÓMICO

3.1. EVALUACION DE COSTOS DE LA OBRA.

Para asegurar una gestión eficiente del proyecto de la Planta De Faena Municipal en el Municipio de Coronel Oviedo, se llevó a cabo una detallada evaluación de costos y cómputo métrico. Este proceso se centró en identificar los costos más realistas, garantizando que se cumplan todos los estándares de seguridad y normativas técnicas. La evaluación proporciona una visión integral de los recursos financieros necesarios, permitiendo una planificación y ejecución efectiva del proyecto. A continuación, se presenta el resumen del presupuesto, detallando las estimaciones para cada uno de los componentes principales de la obra.

Tabla 11. Resumen de presupuesto de la obra.

 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS Universidad Nacional de Caaguazú		
Facultad de Ciencias y Tecnologías - UNCA		
PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO		
PRESUPUESTO - RESUMEN POR DEPENDENCIA		
ITEM	CONCEPTO	
1	MATADERIA Y ADMINISTRACION	G 2.961.742.535
2	CORRALES Y ANEXOS	G 1.092.380.615
3	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	G 609.042.510
4	OBRAS EN EXTERIORES	G 1.076.795.000
5	EQUIPAMIENTOS INDUSTRIALES BASICOS DE PLAYA DE FAENA	G 1.438.540.000
TOTAL POR OBRA (GUARANÍES):		G 7.178.500.660
Son guaraníes: Siete mil ciento setenta y ocho millones quinientos mil seiscientos sesenta		
EN DÓLARES AMERICANOS		
COTIZACION DEL DÓLAR EN FECHA 02/12/2025: 6.883,26 GS. (BANCO CENTRAL DEL PARAGUAY)		
TOTAL POR OBRA (DÓLARES):		USD 1.042.893
Son dólares: Un millón cuarenta y dos mil ochocientos noventa y tres		

Fuente: Elaboración propia.

Las planillas de cómputos métricos y el presupuesto, desglosados rubro por rubro, se encontrarán detalladas en el **Anexo VII**.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES.

El diseño de la Planta de Faena Municipal en Coronel Oviedo refleja un enfoque integral, basado en una planificación rigurosa y en el cumplimiento de las normativas vigentes, lo que garantiza su viabilidad técnica y económica.

Uno de los principales logros del proyecto es el desarrollo de una planta de tratamiento de aguas residuales eficiente y sostenible, que incluye etapas primarias, secundarias y terciarias. La incorporación de reactores y filtros anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA y FAFA), junto con la etapa de cloración, asegura un tratamiento efectivo de los efluentes, minimizando el impacto ambiental y cumpliendo con las normativas ambientales aplicables.

El análisis económico detallado proporciona una visión clara de los recursos financieros necesarios, confirmando la viabilidad económica del proyecto y asegurando el cumplimiento de todos los estándares de seguridad y técnicas constructivas.

El desarrollo de este Proyecto Final de Grado implicó una investigación y análisis profundo, consolidando conocimientos técnicos y prácticos fundamentales para la ingeniería sanitaria y la construcción de infraestructuras sostenibles.

En conclusión, el proyecto no solo alcanza los objetivos planteados, sino que establece un estándar de calidad y sostenibilidad en el diseño de infraestructuras de beneficio animal y tratamiento de aguas residuales, constituyéndose en una referencia para futuros proyectos en el sector y fortaleciendo la formación profesional en ingeniería civil.

4.2. RECOMENDACIONES.

Dado el alcance, las limitaciones y la complejidad del Proyecto Final de Grado, se sugieren las siguientes acciones para garantizar la eficiencia, sostenibilidad y cumplimiento normativo de la Planta de Beneficio Animal:

1. Capacitación del personal: Es fundamental formar al personal encargado de la operación y mantenimiento de la planta, incluyendo prácticas de higiene, manejo de equipos de tratamiento de aguas residuales y procedimientos de seguridad.
2. Evaluación de energía alternativa mediante biogás: Incorporar un estudio técnico que analice la factibilidad de aprovechar el biogás generado en los reactores anaeróbicos (RAFA y FAFA) como fuente alternativa de energía térmica o eléctrica para la planta.
3. Gestión eficiente de residuos: Implementar un plan integral de gestión de residuos sólidos generados durante el proceso de beneficio animal, asegurando su correcta disposición y, cuando sea posible, promoviendo su reutilización o reciclaje.
4. Control analítico del efluente: Realizar monitoreos periódicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales, garantizando que cumpla con las normativas ambientales antes de su vertido.
5. Monitoreo del cuerpo de agua receptor: Llevar a cabo un control analítico del cuerpo de agua receptor, para evaluar el impacto ambiental del efluente tratado y proteger el ecosistema acuático.
6. Instalaciones eléctricas: Profundizar el estudio de las instalaciones eléctricas con profesionales especializados, asegurando el correcto funcionamiento de todo el complejo.
7. Plan de reubicación temporal durante la construcción: Elaborar un plan de contingencia que defina la reubicación temporal y el funcionamiento alternativo de las áreas afectadas durante la construcción y montaje de la planta de tratamiento.
8. Documentación y registro: Mantener registros detallados de todas las operaciones, mantenimientos y evaluaciones, proporcionando información valiosa para futuras referencias y asegurando la transparencia en la gestión de la planta.

CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. J. C. Gutiérrez, Diseño de una Planta de beneficio animal, Bogotá, 2016.
- [2] R. A. C. C. e. I. E. S. Pérez, Proyecto de Planta de Tratamiento de aguas residuales para el matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros del Dpto. Cordillera, Asunción, 2019.
- [3] W. A. V. Toppi, Diseño de una Planta de beneficio animal en el Municipio de San Estanislao, Departamento de San Pedro, Coronel Oviedo, 2024.
- [4] S. N. d. C. y. S. A. (SENACSA), Resolución N.º 255 “Por la cual se aprueba el Reglamento de Infraestructura Básica para la Construcción, Habilitación y Funcionamiento de Mataderos para Consumo Interno en la República del Paraguay”, San Lorenzo, Paraguay (sede de SENACSA): SENACSA, 2021.
- [5] C. d. I. d. I. R. N. d. S. p. I. O. C. (CIRSOC), Reglamento CIRSOC 201: “Acciones en las Estructuras”. Versión 2005, Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), 2005.
- [6] M. d. F. d. España, Código Técnico de la Edificación (CTE), Madrid, España: Gobierno de España, 2006.
- [7] N. y. M. (. Instituto Nacional de Tecnología, Norma Paraguaya NP 196 – Cargas de Viento en Edificaciones, Asunción, Paraguay: INTN, 2011.
- [8] A. I. a. S. I. (AISI), AISI S100-2007 – North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members, Washington, D.C., Estados Unidos: AISI (American Iron and Steel Institute), 2007.
- [9] N. y. M. (. Instituto Nacional de Tecnología, Norma Paraguaya NP 68 – Instalaciones domiciliarias de agua potable, Asunción, Paraguay: INTN, 1972.
- [10] N. y. M. (. Instituto Nacional de Tecnología, Norma Paraguaya NP 44 – Instalaciones domiciliarias de desagües sanitarios, Asunción, Paraguay: INTN, 1970.
- [11] A. B. d. N. T. (ABNT), NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais: procedimento, Río de Janeiro, Brasil: ABNT, 1989.
- [12] M. d. Asunción, Ordenanza Municipal N.º 468/14 – «Reglamento General de Prevención contra Incendios para la Seguridad Humana», Asunción, Paraguay: Municipalidad de Asunción, 2014.
- [13] A. N. d. E. (ANDE), Reglamento para instalaciones eléctricas de baja tensión, Asunción, Paraguay : ANDE, 1971.

**DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL
OVIEDO”**

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

ANEXOS

DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO”

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

Anexo I

Nota de solicitud para la elaboración del proyecto



M.C.O. N° 074/2025

Coronel Oviedo, 06 de febrero de 2.025

Señor

Prof. Ing. Alfredo Gustavo Moreno Sosa - Decano

Facultad Ciencias y Tecnologías

Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA)

PRESENTE:

Tenemos el agrado de dirigirnos a Usted, en nombre y representación de la Municipalidad de Coronel Oviedo, a los efectos de saludarle muy atentamente y al mismo tiempo para expresarle nuestra más sincera y alta consideración.

La misma es a fin de solicitar apoyo técnico de su Institución para la **Elaboración de un Proyecto Técnico para una nueva Planta de la Matadería Municipal de Coronel Oviedo.**

Sin otro particular, aguardando una respuesta favorable, nos despedimos atentamente.



Lic. EDGAR G. BERNAL DUARTE

Secretario General



Abg. MARCOS A. BENÍTEZ VELAZQUEZ

Intendente Municipal

DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO"

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

Anexo II

Estudios geotécnicos

1. Ensayo de penetración normal (SPT)

Los Ensayos de Penetración Estándar (SPT) se llevaron a cabo en tres puntos estratégicos del terreno para determinar la resistencia del suelo y su capacidad de carga. Este ensayo consiste en hincar un muestreador estándar en el suelo mediante golpes de un martillo de peso específico, registrando el número de golpes necesarios para penetrar una profundidad determinada

Lic. Miguel Alberto Molinas Gini Geólogo consultor Estudios de Suelo S.P.T – Capacidad Portante en Suelos – Permeabilidad – Percolación - minería - Pozos artesianos. Telf. 0986-317.145 E-mail: miguelgeologomg@gmail.com												
PERFIL LITOLÓGICO DEL SUELO												
PROPONENTE: Ing. Alexis Antonio Rivas Britos ; Coordenadas X 559886; Y 7189962; SONDEO: 1 FECHA: 23 de julio 2025 Operador: Lic. Miguel Molinas UBI: Cnel. Oviedo - Dpto. de Caaguazú												
PERFORACION #	3"	ENSAYO TERZAGHI		MUES TRA Nº	DESCRIPCION DEL SUELO	NIVEL DE NAPA	"N" S.P.T.					PERFE.
		A METRO	Nº DE GOLPES				PENETR. EN CM.	10	20	30	40	
0	0.0	3	25	1	Suelo arena arcilloso gris compacto							
0.04	0.25	4	25		Consistencia compacto							
0.08	0.9	4	25	1	Suelo arena arcilloso gris Compacto							
0.12	1.05	4	25		Consistencia compacto							
0.16	1.2	5	25	2	Suelo arena arcilloso gris Compacto							
0.20	1.35	5	25		Consistencia compacto							
0.24	1.5	5	25	3	Suelo arena arcilloso gris Compacto							
0.28	1.65	5	25		Consistencia compacto							
0.32	1.8	5	25	4	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
0.36	2.1	5	25		Consistencia compacto							
0.40	2.25	5	25	4	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
0.44	2.5	4	25		Consistencia compacto							
0.48	2.7	4	25	5	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
0.52	2.85	4	25		Consistencia compacto							
0.56	3.1	4	25	6	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
0.60	3.25	4	25		Consistencia compacto							
0.64	3.4	7	25		Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
0.68	3.55	7	25	7	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
0.72	3.7	7	25		Consistencia compacto							
0.76	3.85	7	25	8	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
0.80	4	8	25		Consistencia compacto							
0.84	4.15	8	25	8	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
0.88	4.3	8	25		Consistencia compacto							
0.92	4.45	8	25	8	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
0.96	4.6	9	25		Consistencia compacto							
1.00	4.75	10	25		Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
1.04	4.9	10	25	10	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
1.08	5.05	10	25		Consistencia compacto							
1.12	5.2	11	25		Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
1.16	5.35	12	25		Consistencia compacto							
1.20	5.5	13	25	11	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto							
1.24	5.65	13	25	12	Arenisca alterada rígida a dura Rechazo a la percusión							

DAOS DEL ESTUDIO SPT

TIPO DE ENSAYO: **STANDARD** OBSERVACIONES: En dicho sondeo no se observa napa freática
 METODO PERFORACION: **MANUAL** NAPA FREÁTICA: **NO**
 SONDEO: **TIPO SPT** RECHAZO: **SI**


 Lic. Miguel A. Molinas G.
 Geólogo
 Registro M.O.E.C. Nº 302

DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

Lic. Miguel Alberto Molinas Gini Geólogo consultor Estudios de Suelo S.P.T – Capacidad Portante en Suelos – Permeabilidad – Percolación - minería - Pozos artesianos. Telf. 0986-317.145 E-mail: miguelgeologomg@gmail.com													
PERFIL LITOLÓGICO DEL SUELO													
PROPONENTE: Ing. Alexis Antonio Rivas Britos ; Coordenadas X 559904; Y 7190003; SONDEO: 2 FECHA: 23 de julio 2025 Operador: Lic. Miguel Molinas UBI: Cronil, Oviedo - Dpto. Caaguazú													
PERFORACION #	ENSAYO TERZAGHI				MUESTRAS TRA Nº	DESCRIPCION DEL SUELO	NIVEL DE NAPA	"W" S.P.T.					PERFIL
	DE METRO	A METRO	Nº DE GOLPES	PENETR. EN CM.				10	20	30	40	50	
0	0.4	3	15	1	Suelo arena arcillosa gris compacta	1	1						
0.4	0.75	3	15		Consistencia compacta								
0.75	0.9	3	15										
0.9	1.05	3	15	2	Suelo arena arcillosa gris compacta	2	2						
1.05	1.2	4	15		Consistencia compacta								
1.2	1.25	4	15	3	Suelo arena arcillosa gris compacta	3	3						
1.25	1.4	4	15		Consistencia compacta								
1.4	1.6	4	15										
1.6	1.8	5	15	4	Suelo arena arcillosa con alteraciones gris. Compacta	4	4						
1.8	2.1	5	15		Consistencia compacta								
2.1	2.25	5	15	5	Suelo arena arcillosa con alteraciones gris. Compacta	5	5						
2.25	2.4	6	15		Consistencia compacta								
2.4	2.6	6	15										
2.6	2.75	6	15	6	Suelo arena arcillosa con alteraciones gris. Compacta	6	6						
2.75	2.9	6	15		Consistencia compacta								
2.9	3.1	6	15	7	Suelo arena arcillosa con alteraciones gris. Compacta	7	7						
3.1	3.25	6	15		Consistencia compacta								
3.25	3.4	6	15										
3.4	3.55	6	15	8	Suelo arena arcillosa con alteraciones gris. Compacta	8	8						
3.55	3.7	7	15		Consistencia compacta								
3.7	3.85	7	15	9	Suelo arena arcillosa con alteraciones gris. Compacta	9	9						
3.85	4	8	15		Consistencia compacta								
4	4.15	8	15										
4.15	4.3	8	15	10	Suelo arena arcillosa con alteraciones gris. Compacta	10	10						
4.3	4.45	8	15		Consistencia compacta								
4.45	4.6	9	15	11	Suelo arena arcillosa con alteraciones gris. Compacta	11	11						
4.6	4.75	10	15		Consistencia compacta								
4.75	4.9	10	15										
4.9	5.05	10	15	12	Suelo arena arcillosa con alteraciones gris. Compacta	12	12						
5.05	5.2	11	15		Consistencia compacta								
5.2	5.25	14	15	13	Arenisca alterada rígida a dura	13	13						
5.25	5.4	50	5		Rechazo a la percusión								

DATOS DEL ESTUDIO S.P.T

PROCEDIMIENTO: **STANDARD**

METODO: **PUR MANUAL**

SONDEO: **TIPO SP1**

OBSERVACIONES: *En dicho sondeo no se observo napas freaticas*

NAPIA FREATICA: **NO**

RECHAZO: **SI**


 Lic. Miguel A. Molinas G.
 Geólogo
 Registro M.O.C. Nº 913

DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO"

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

Lic. Miguel Alberto Molinas Gini Geólogo consultor Estudios de Suelo S.P.T – Capacidad Portante en Suelos – Permeabilidad – Percolación - minería - Pozos artesianos. Telf. 0986-317.145 E-mail: miguelgeologomg@gmail.com												
PERFIL LITOLÓGICO DEL SUELO												
PROPONENTE: Ing. Alexis Antonio Rivas Britos ; Coordenadas X 559947; Y 7189980; SONDEO: 3												
FECHA: 23 de julio 2025 Operador: Lic. Miguel Molinas UBI: Coronel, Oviedo - Dpto. Caaguazú												
PROFUNDIDAD 3"	ENSAYO			MUESTRAS TRA Nº	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	NIVEL DE NAPA	"W" S.P.T.					PERFIL
	DE METRO	A METRO	Nº DE GOLPES				PENETR. EN CM.	10	20	30	40	
0	0,4	3	25	1	Suelo arena arcilloso gris compacto	0,55						0
0,4	0,75	3	25		Consistencia compacto							
0,75	0,9	3	25	2	Suelo arena arcilloso gris compacto	1,5						0
0,9	1,05	3	25		Consistencia compacto							
1,05	1,2	3	25	3	Suelo arena arcilloso gris compacto	1,5						0
1,2	1,35	3	25		Consistencia compacto							
1,35	1,5	4	25	4	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
1,5	1,65	4	25		Consistencia compacto							
1,65	1,8	5	25	5	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
1,8	1,95	5	25		Consistencia compacto							
1,95	2,1	5	25	6	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
2,1	2,25	5	25		Consistencia compacto							
2,25	2,3	5	25	7	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
2,3	2,45	5	25		Consistencia compacto							
2,45	2,6	4	25	8	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
2,6	2,75	4	25		Consistencia compacto							
2,75	2,9	4	25	9	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
2,9	3,05	4	25		Consistencia compacto							
3,05	3,25	4	25	10	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
3,25	3,4	4	25		Consistencia compacto							
3,4	3,55	4	25	11	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
3,55	3,7	4	25		Consistencia compacto							
3,7	3,85	7	25	12	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
3,85	4	7	25		Consistencia compacto							
4	4,15	8	25	13	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
4,15	4,3	9	25		Consistencia compacto							
4,3	4,45	10	25	14	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
4,45	4,6	10	25		Consistencia compacto							
4,6	4,75	12	25	15	Suelo arena arcilloso con alteraciones gris. Compacto	1,5						0
4,75	4,9	13	25		Consistencia compacto							
4,9	5,05	30	25	10	Rechazo a la percusión	4						4

DATOS DEL ESTUDIO SPT

TIPO DE MAQUINA: **STANDART**

OBSERVACIONES: En dicho sondeo no se observo napa freatica

METODO DE PERCUSION: **MANUAL**

NAPA FREATICA: **NO**

SONDEO TIPO: **SPT**

RECHAZO: **S**


 Lic. Miguel A. Molinas G.
 Geólogo
 Registro M.C.F.C. Nº 362

Desde los 00.00 metros hasta los 1,00 metros el valor de 0,55 kg/cm². (Cero coma cincuenta y cinco kilogramos por centímetros cuadrado). A partir de los 1,00 metros de profundidad hasta los 5,60 metros de profundidad el valor de 1,5 kg/cm². (Uno coma cinco kilogramos por centímetros cuadrado). A partir de los 5,60 metros de profundidad donde se genera el rechazo a la percusión el valor de 4 kg/cm². (Cuatro kilogramos por centímetros cuadrado).

En base a estos resultados, para dimensionar las cimentaciones y se ha utilizado una resistencia del suelo de 0,14 Mpa, para una profundidad de 1,5 metros. En los tres sondeos realizados no se alcanzo el nivel freatico.

DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

2. Ensayo de Percolación

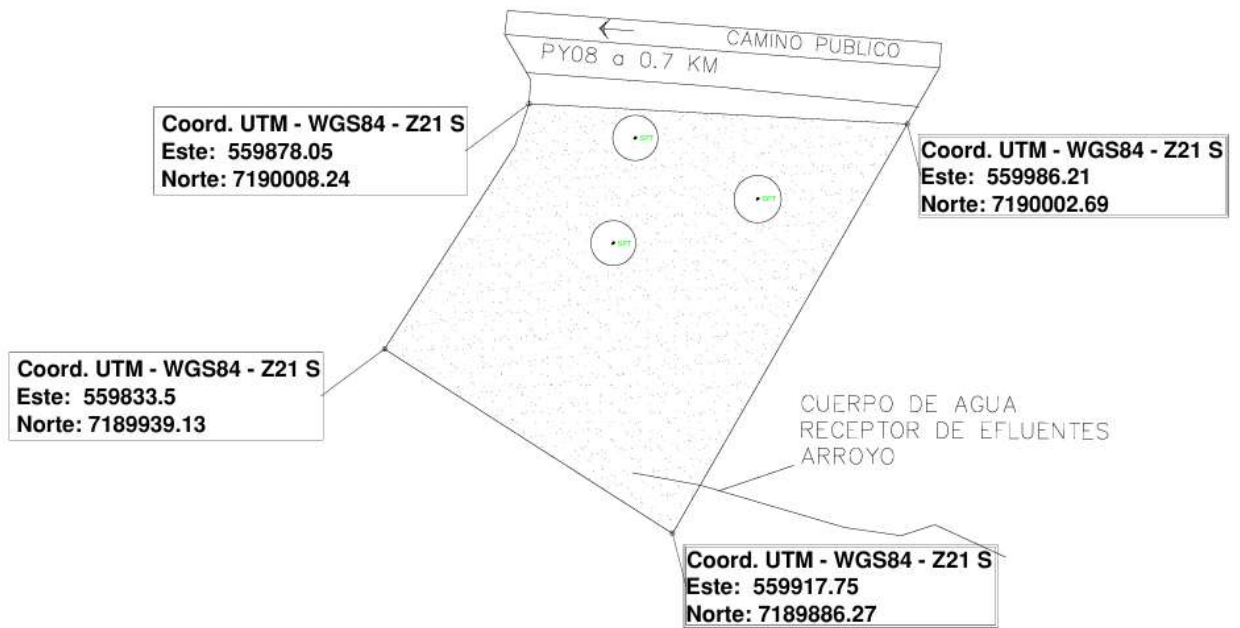
Los ensayos de percolación se realizaron para evaluar la capacidad del suelo para absorber y drenar agua, un factor crítico para la planificación de sistemas de gestión de aguas pluviales y sanitarias.

ENSAYO DE PERCOLACIÓN		
OBRA: MATADERO MUNICIPAL DE CORONEL OVIEDO		RESPONSABLE: LUCAS GONZALEZ VERA
UBICACIÓN: CORONEL OVIEDO - POTRERO SAN ROQUE		
Planillas de lectura		
Pozo N° 1	Lectura del tiempo que tarda el agua en bajar un centímetro	Promedio del Tiempo en: minutos
Calicata N° 1		
ENSAYO DE CAMPO	1 cm: 40 Minutos	41
Fecha de inicio: 24/07/2025	1 cm: 41 Minutos	OBS: SUELO ARENO-ARCILLOSO COMPACTO, COLOR GRIS, BUENA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN
Fecha de finalización: 24/07/2025	1 cm: 42 Minutos	
Profundidad: 1,00 a 1,30 m		
Coeficiente de infiltración: 351 litros/m ² -día		
OBS: Determinación de la capacidad de absorción del suelo entre puntos del terreno que va a ser utilizada para disposiciones de desagües de pozo o fosa séptica		
Planillas de lectura		
Pozo N° 2	Lectura del tiempo que tarda el agua en bajar un centímetro	Promedio del Tiempo en: minutos
Calicata N° 2		
ENSAYO DE CAMPO	1 cm: 44 Minutos	44
Fecha de inicio: 24/07/2025	1 cm: 45 Minutos	SUELO ARENO-LIMOSO ARCILLOSO, COLOR GRIS CLARO, CAPACIDAD MODERADA DE ABSORCIÓN
Fecha de finalización: 24/07/2025	1 cm: 43 Minutos	
Profundidad: 1,00 a 1,30 m		
Coeficiente de infiltración: 327 litros/m ² -día		
OBS: Determinación de la capacidad de absorción del suelo entre puntos del terreno que va a ser utilizada para disposiciones de desagües de pozo o fosa séptica		
Planillas de lectura		
Pozo N° 1	Lectura del tiempo que tarda el agua en bajar un centímetro	Promedio del Tiempo en: minutos
Calicata N° 1		
ENSAYO DE CAMPO	1 cm: 46 Minutos	46
Fecha de inicio: 24/07/2025	1 cm: 48 Minutos	OBS: SUELO CON PRESENCIA DE ARENISCA ALTERADA, CAPACIDAD BAJA DE ABSORCIÓN
Fecha de finalización: 24/07/2025	1 cm: 44 Minutos	
Profundidad: 1,00 a 1,30 m		
Coeficiente de infiltración: 313 litros/m ² -día		
OBS: Determinación de la capacidad de absorción del suelo entre puntos del terreno que va a ser utilizada para disposiciones de desagües de pozo o fosa séptica		
Coeficiente de infiltración (promedio): 330 litros/m²-día		
Realizado: Lucas Gonzalez Vera		
Verificado: Alexis Rivas Britos		

Los tiempos de percolación variaron entre 40 y 48 minutos por centímetro, indicando una capacidad de drenaje moderadamente buena. Estos resultados derivan a un coeficiente de infiltración promedio de 330 litros/m².día

DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO"

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025



**DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL
OVIEDO”**

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

Anexo III

Listado de datos de la obra



Listado de datos de la obra

Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Fecha: 25/11/25

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2026

Número de licencia: 120010

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Clave: Planta de Faena Municipal

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: CIRSOC 201-2005

Aceros conformados: AISI S100-2016 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-22 (LRFD)

Categoría de uso: General

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
Nivel de Cercha Superior	2.0	1.0
Nivel de Cercha Inferior	2.0	1.0
Viga de Arriostamiento	2.0	1.0
Encadenado Inferior	2.0	1.0
Cimentación	0.0	0.0

4.2. Viento

Norma paraguaya: acción del viento en las construcciones

Velocidad Básica: 50.00

Rugosidad: Categoría: III Clase: C

Factor Probabilístico: 1.00

Viento: Baja turbulencia

Factor Topográfico: +X:1.00 -X:1.00 +Y:1.00 -Y:1.00

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	51.90	16.50

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coefficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00



Listado de datos de la obra

Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Fecha: 25/11/25

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Nivel de Cercha Superior	31.465	10.003
Nivel de Cercha Inferior	61.714	19.620
Viga de Arriostamiento	85.698	27.245
Encadenado Inferior	33.464	10.639

4.3. Sismo

Sin acción de sismo

4.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Viento +X Viento -X Viento +Y Viento -Y	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	V 1	Viento

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CIRSOC 201-2005
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Configuración de la cubierta: General
E.L.U. de rotura. Acero conformado	AISI/NASPEC-2016 (LRFD) ASCE 7
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:



Listado de datos de la obra

Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Fecha: 25/11/25

- G_k Acción permanente
- P_k Acción de pretensado
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: CIRSOC 201-2005

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: CIRSOC 201-2005

(9-1)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		

(9-2)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

(9-3a)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

(9-3b)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.800



Listado de datos de la obra

Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Fecha: 25/11/25

(9-4)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

(9-6)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.600

E.L.U. de rotura. Acero conformado: AISI S100-2016 (LRFD)

2.3.2 - [1] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		

2.3.2 - [2 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

2.3.2 - [2 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		



Listado de datos de la obra

Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Fecha: 25/11/25

2.3.2 - [3 S, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.500

2.3.2 - [3 S, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.500

2.3.2 - [4 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000

2.3.2 - [4 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000

2.3.2 - [6] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.000



Listado de datos de la obra

Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Fecha: 25/11/25

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

6.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

V(+X) Viento +X

V(-X) Viento -X

V(+Y) Viento +Y

V(-Y) Viento -Y

V 1 V 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones



Listado de datos de la obra

Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Fecha: 25/11/25

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)	V 1
1	1.400	1.400						
2	1.200	1.200						
3	1.200	1.200	1.600					
4	1.200	1.200		1.600				
5	1.200	1.200	0.500	1.600				
6	1.200	1.200			1.600			
7	1.200	1.200	0.500		1.600			
8	1.200	1.200				1.600		
9	1.200	1.200	0.500			1.600		
10	1.200	1.200					1.600	
11	1.200	1.200	0.500				1.600	
12	1.200	1.200						1.600
13	1.200	1.200	0.500					1.600
14	0.900	0.900						
15	0.900	0.900		1.600				
16	0.900	0.900			1.600			
17	0.900	0.900				1.600		
18	0.900	0.900					1.600	
19	0.900	0.900						1.600

▪ E.L.U. de rotura. Acero conformado

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)	V 1
1	1.400	1.400						
2	1.200	1.200						
3	1.200	1.200	1.600					
4	1.200	1.200		1.000				
5	1.200	1.200	0.500	1.000				
6	1.200	1.200			1.000			
7	1.200	1.200	0.500		1.000			
8	1.200	1.200				1.000		
9	1.200	1.200	0.500			1.000		
10	1.200	1.200					1.000	
11	1.200	1.200	0.500				1.000	
12	1.200	1.200						1.000
13	1.200	1.200	0.500					1.000
14	0.900	0.900						
15	0.900	0.900		1.000				
16	0.900	0.900			1.000			
17	0.900	0.900				1.000		
18	0.900	0.900					1.000	
19	0.900	0.900						1.000



Listado de datos de la obra

Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Fecha: 25/11/25

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)	V 1
1	1.000	1.000						
2	1.000	1.000	1.000					
3	1.000	1.000		1.000				
4	1.000	1.000	1.000	1.000				
5	1.000	1.000			1.000			
6	1.000	1.000	1.000		1.000			
7	1.000	1.000				1.000		
8	1.000	1.000	1.000			1.000		
9	1.000	1.000					1.000	
10	1.000	1.000	1.000				1.000	
11	1.000	1.000						1.000
12	1.000	1.000	1.000					1.000

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
4	Nivel de Cercha Superior	4	Nivel de Cercha Superior	1.20	5.20
3	Nivel de Cercha Inferior	3	Nivel de Cercha Inferior	1.30	4.00
2	Viga de Arriostramiento	2	Viga de Arriostramiento	2.50	2.70
1	Encadenado Inferior	1	Encadenado Inferior	1.70	0.20
0	Cimentación				-1.50

8. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

8.1. Zapatas

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.147 MPa
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.221 MPa

9. MATERIALES UTILIZADOS

9.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f _c (MPa)	Tamaño máximo del árido (mm)	E _c (MPa)
Todos	H-20	20	19	21019

9.2. Aceros por elemento y posición



Listado de datos de la obra

Planta de Faena Municipal de la ciudad de Coronel Oviedo

Fecha: 25/11/25

9.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	ADN 420	420	1.00

9.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	250	203
Acero laminado	ASTM A 36 36 ksi	250	200



1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2026

Número de licencia: 120010

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Zona pre mortem

Clave: Planta de Faena Municipal

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: CIRSOC 201-2005

Aceros conformados: AISI S100-2016 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-22 (LRFD)

Categoría de uso: General

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
Encadenado Superior	2.0	1.0
Encadenado inferior	2.0	1.0
Cimentación	0.0	0.0

4.2. Viento

Norma paraguaya: acción del viento en las construcciones

Velocidad Básica: 53.00

Rugosidad: Categoría: I Clase: B

Factor Probabilístico: 0.95

Viento: Baja turbulencia

Factor Topográfico: +X:1.00 -X:1.00 +Y:1.00 -Y:1.00

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	14.00	28.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Encadenado Superior	32.694	65.388
Encadenado inferior	24.320	48.640



4.3. Sismo

Sin acción de sismo

4.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Viento +X Viento -X Viento +Y Viento -Y	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	V 1	Viento

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CIRSOC 201-2005
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Configuración de la cubierta: General
E.L.U. de rotura. Acero conformado	AISI/NASPEC-2016 (LRFD) ASCE 7
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

$$- \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

- G_k Acción permanente
- P_k Acción de pretensado
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: CIRSOC 201-2005

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: CIRSOC 201-2005



Listado de datos de la obra

Zona pre mortem

Fecha: 25/11/25

(9-1)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		

(9-2)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

(9-3a)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

(9-3b)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.800

(9-4)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

(9-6)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.600



Listado de datos de la obra

Zona pre mortem

Fecha: 25/11/25

E.L.U. de rotura. Acero conformado: AISI S100-2016 (LRFD)

2.3.2 - [1] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		

2.3.2 - [2 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

2.3.2 - [2 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 S, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.500



Listado de datos de la obra

Zona pre mortem

Fecha: 25/11/25

2.3.2 - [3 S, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.500

2.3.2 - [4 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000

2.3.2 - [4 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000

2.3.2 - [6] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.000

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos



Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

6.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

V(+X) Viento +X

V(-X) Viento -X

V(+Y) Viento +Y

V(-Y) Viento -Y

V 1 V 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)	V 1
1	1.400	1.400						
2	1.200	1.200						
3	1.200	1.200	1.600					
4	1.200	1.200		1.600				
5	1.200	1.200	0.500	1.600				
6	1.200	1.200			1.600			
7	1.200	1.200	0.500		1.600			
8	1.200	1.200				1.600		
9	1.200	1.200	0.500			1.600		
10	1.200	1.200					1.600	
11	1.200	1.200	0.500				1.600	
12	1.200	1.200						1.600
13	1.200	1.200	0.500					1.600
14	0.900	0.900						
15	0.900	0.900		1.600				
16	0.900	0.900			1.600			
17	0.900	0.900				1.600		
18	0.900	0.900					1.600	
19	0.900	0.900						1.600

▪ **E.L.U. de rotura. Acero conformado**

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)	V 1
1	1.400	1.400						
2	1.200	1.200						
3	1.200	1.200	1.600					
4	1.200	1.200		1.000				
5	1.200	1.200	0.500	1.000				
6	1.200	1.200			1.000			
7	1.200	1.200	0.500		1.000			
8	1.200	1.200				1.000		
9	1.200	1.200	0.500			1.000		
10	1.200	1.200					1.000	
11	1.200	1.200	0.500				1.000	
12	1.200	1.200						1.000
13	1.200	1.200	0.500					1.000
14	0.900	0.900						
15	0.900	0.900		1.000				
16	0.900	0.900			1.000			
17	0.900	0.900				1.000		
18	0.900	0.900					1.000	
19	0.900	0.900						1.000

▪ **Tensiones sobre el terreno**▪ **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)	V 1
1	1.000	1.000						
2	1.000	1.000	1.000					
3	1.000	1.000		1.000				
4	1.000	1.000	1.000	1.000				
5	1.000	1.000			1.000			
6	1.000	1.000	1.000		1.000			
7	1.000	1.000				1.000		
8	1.000	1.000	1.000			1.000		
9	1.000	1.000					1.000	
10	1.000	1.000	1.000				1.000	
11	1.000	1.000						1.000
12	1.000	1.000	1.000					1.000

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	Encadenado Superior	2	Encadenado Superior	3.00	3.20
1	Encadenado inferior	1	Encadenado inferior	1.70	0.20
0	Cimentación				-1.50



8. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

8.1. Zapatas

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.147 MPa

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.221 MPa

9. MATERIALES UTILIZADOS

9.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_c (MPa)	Tamaño máximo del árido (mm)	E_c (MPa)
Todos	H-20	20	19	21019

9.2. Aceros por elemento y posición

9.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	ADN 420	420	1.00

9.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	250	203
Acero laminado	ASTM A 36 36 ksi	250	200

**DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL
OVIEDO”**

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

Anexo IV

Memoria de Cálculo – Dimensionamiento de cámara séptica y pozo ciego.

**Generación de Hojas de Cálculo mediante Anaconda Distribution y Jupyter Notebook en
Python**

Determinación del Volumen mínimo de cámara séptica y superficie mínima para pozos absorbentes

Univ. Lucas Gabriel Gonzalez Vera

Univ. Alexis Antonio Rivas Britos

Procedimiento establecido en NBR, «7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos,» Rio de Janeiro: ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993

```
In [247]: import numpy as np
from IPython.display import Latex, HTML
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.collections as collections
%matplotlib nbagg
```

1. Cámara Séptica.

1.1 Procedimiento de cálculo

1.1.1 Contribución de residuos

En el cálculo de la contribución de residuos debe ser considerado lo siguiente:

- Número de personas atendidas.
- 80% del consumo local de agua. Pueden adoptarse los valores de la Tabla 1.

Tabla 1: Contribucion diaria de residuos (C) y de lodo fresco (Lf) por tipo de predio y de ocupante

Prédio	Unidade	Unid.: L	
		Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edificios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos ^(A)	bacia sanitária	480	4,0

^(A) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

Fuente: \ NBR \ 7229

1.1.2 Período de retención de los residuos. Generalidades

Las cámaras sépticas deben proyectarse para períodos mínimos retención conforma a la tabla 2.

1.1.3 Contribución de lodo fresco

La contribución de lodo fresco es estimada conforme a la tabla 2.

Tabla 2: Periodo de retencion de los residuos, por faja de contribucion diaria

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fuente: \ NBR \ 7229

1.1.4 Tasa de acumulación total de lodo.

La tasa de acumulación total de lodo, en días, es obtenida en función de:

- Volúmenes de lodo digerido y en digestión, producido por cada usuario, en litros;
- Fajas de temperatura ambiente (media del mes más frío, en grados Celsius);
- Intervalo entre limpiezas, en años.

Las tasas resultantes son las de la tabla 3.

Tabla 3: Tasa de acumulación total de lodo (K), en días, por el intervalo entre limpiezas y temperaturas del mes mas frío

Intervalo entre limpiezas (años)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fuente: \ NBR \ 7229

1.2 Dimensionamiento.

Consideraremos también las recomendaciones de P. Giosa, «Tratamiento y disposición de desagües, Cámaras sépticas,» Cátedra de acondicionamiento sanitario, ed. por F. de Arquitectura, jul. de 2021. El volumen útil total se calcula con la fórmula:

$$V = 1000 + N \cdot (C \cdot T + K \cdot Lf)$$

Donde:

- V = Volumen util en litros
- N = Numero de personas

Adoptamos

In [248.. $N=30$ #personas

De la tabla 1, para ocupantes temporarios

In [249.. $C=70$ #litros/(persona.dia)

En donde Q_r es el caudal de aguas residuales, el cual es mayor a 1501 litros y menor que 3000 litros, por lo que observando la tabla 2 se obtiene:

In [250.. $T= 0.92$ #dias

k = Tasa de acumulación de lodo digerido en días, equivalente al tiempo de acumulación de lodo fresco.

Observando la tabla 3, para un intervalo de limpieza de 2 años, temperatura media del mes más frío $10 \leq t \leq 20$, tenemos:

In [251.. `K = 105 #dias`

L_f = contribución de lodo fresco, en litros/ (persona × día) Observando la tabla 1, tenemos

In [252.. `Lf = 0.30 #litros/(persona.dia)`

Incorporando todos estos valores se obtiene:

$$V = 1000 + N \cdot (C \cdot T + K \cdot L_f)$$

In [253.. `V = 1000 + N*(C*T + K*Lf)`

`Latex("Dando como resultado: $V = {:.2f} \\ \text{litros},y en m3 seria: {:.2f} \\ \text{m3}$ ".format(V,V/1000))`

Out[253.. Dando como resultado: $V = 3877.00$ litros,y en m^3 seria: $3.88 m^3$

1.3. Verificación de valores mínimos

Las medidas internas de las cámaras sépticas deben observar lo siguiente:

- Profundidad útil mínima. Ver tabla 4.
- Ancho mínimo: 0,80m;
- Relación largo/ancho: mínimo 2:1, máximo 4:1

Tabla 4: Profundidad util minima y maxima, por faja de volumen util.

Volume útil (m^3)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Fuente: \ NBR \ 7229

Las dimensiones mínimas que cumplen con todas estas exigencias son (medidas internas):

In [254.. `L = 2.00 #m`
`W = 1.00 #m`
`h = 2.00 #m`
`Vu = L*W*h #m3`

`Latex(rf""`
`\begin{{array}}>{{l}}`
`\textbf{{Cámara Séptica}} \\`
`L = {L:.2f}\, \text{{m}} \\`
`W = {W:.2f}\, \text{{m}} \\`
`h = {h:.2f}\, \text{{m}}`
`\end{{array}}`
`""")`

Out[254..

Cámara Séptica

$$L = 2.00 \text{ m}$$

$$W = 1.00 \text{ m}$$

$$h = 2.00 \text{ m}$$

In [255.. `Latex("Con estos valores el volumen útil es: $Vu = {:.2f} \\ \text{m3}$ > $Vmin = {:.2f} \\ \text{m3}$ ".format(Vu,V/1000))`

Out[255.. Con estos valores el volumen útil es: $V_u = 4.00 m^3 > V_{min} = 3.88 m^3$

2. Superficie mínima de infiltración para pozo absorbente

2.1. Cálculo de área requerida de absorción

Se obtiene de la ecuación:

$$A_{min} = \frac{Q_r}{q}$$

En donde

A_{min} : área de absorción mínima requerida

Q_r : caudal de agua residual

q : capacidad de absorción del suelo, obtenido en el estudio de permeabilidad y percolación.

```
In [256.. Latex("$Q_r = {:.2f} \\ litros$ ".format(Qr))
```

```
Out[256..  $Q_r = 2100.00$  litros
```

```
In [257.. q=330 #litros/m2
Amin = Qr/q #m2
Latex("Con estos valores, resulta un área de absorción mínima: $A_{min} = {:.2f} \\ m2$ ".format(Amin))
```

```
Out[257.. Con estos valores, resulta un área de absorción mínima:  $A_{min} = 6.36$  m2
```

2.1. Dimensiones del Pozo

El área de absorción se considera igual al área lateral del pozo. Para un pozo cilíndrico de diámetro D y altura útil h :

$$A = \pi \cdot D \cdot h_p$$

```
In [258.. D = 1.50 #m
hp = 2.00 #m
A = np.pi*D*hp #m2
Latex(rf"""
\begin{{array}}>{{l}}
\textbf{{Pozo absorbente}} \\
D = {D:.2f}\,\,\text{{m}} \\
hp = {hp:.2f}\,\,\text{{m}}
\end{{array}}
""")
```

```
Out[258..
```

Pozo absorbente
$D = 1.50$ m
$h_p = 2.00$ m

```
In [259.. Latex("Con estos valores, resulta un área de absorción util: $A = {:.2f} \\ m2$ ".format(A))
```

```
Out[259.. Con estos valores, resulta un área de absorción util:  $A = 9.42$  m2
```

```
In [260.. Latex("Donde: $A = {:.2f} \\ m2$ > $A_{min} = {:.2f} \\ m2$ ".format(A,Amin))
```

```
Out[260.. Donde:  $A = 9.42$  m2 >  $A_{min} = 6.36$  m2
```

Resumen - Dimensiones

```
In [261.. def box(title, lines):
    content = "\\\n".join(lines)
    return rf"\boxed{{\begin{{array}}>{{l}}\textbf{{title}}}\ \ {content}\end{{array}}}}"
```

```
Latex(rf"""
\l
\begin{{array}}>{{cc}}
{ box("Cámara Séptica", [
    rf"\text{{Largo: }} L = {L:.2f}\,\,\text{{m}}",
    rf"\text{{Ancho: }} W = {W:.2f}\,\,\text{{m}}",
    rf"\text{{Alto: }} h = {h:.2f}\,\,\text{{m}}"
]) }
&
{ box("Pozo de Absorción", [
    rf"\text{{Diámetro: }} D = {D:.2f}\,\,\text{{m}}",
    rf"\text{{Altura: }} h = {hp:.2f}\,\,\text{{m}}"
]) }
\end{{array}}
\l
""")
```

```
Out[261..
```

Cámara Séptica	Pozo de Absorción
Largo: $L = 2.00$ m	Diámetro: $D = 1.50$ m
Ancho: $W = 1.00$ m	Altura: $h = 2.00$ m
Alto: $h = 2.00$ m	

```
In [ ]:
```

DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO”

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

Anexo V

Resultados - Análisis químico de efluentes.



Universidad Nacional de Asunción
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS

www.una.py
C. Electr.: cemit@rec.una.py
Teléfax: +595 021328 5380/328 5997
CC: 2160, Asunción – Paraguay
Campus de la UNA, San Lorenzo – Paraguay

ORIGINAL

CERTIFICADO DE ANÁLISIS Nº: CA002.74944

MUESTRA: EFLUENTE DE MATADERIA – MUNICIPALIDAD DE CORONEL OVIEDO	
TIPO DE MUESTRA: Efluente	
Nº DE LOTE: No aplica	VENCIMIENTO: No aplica
PROCEDENCIA: LEVEL CONSTRUCTORA	DIRECCIÓN: Dr. Eulogio Estigarribia c/ Tacuary, Coronel Oviedo
TAMAÑO DE MUESTRA: 2000 mL	REMISIÓN Nº: 106
FECHA DE INGRESO: 01/abril/2025	FECHA DE INFORME: 24/abril/2025

DESCRIPCIÓN

Líquido verde oscuro, turbio, con olor nauseabundo, con partículas en suspensión y sedimentables, contenido en frasco de plástico de dos litros.

RESULTADOS

Parámetros	Unidad	Métodos	Resultados	Límites *
DQO (Demanda Química de Oxígeno)	mg O ₂ /L	SM 5220 D	5546	150
DBO ₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	mg O ₂ /L	SM 5210 B	2149	50,0
Grasas y Aceites	mg/L	SM 5520 B	1478	Sin límite establecido

* Resolución 222/02, Art. 7 de la Secretaría del Ambiente POR LA CUAL SE ESTABLECE EL PADRÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL TERRITORIO NACIONAL.

Metodología: Perteneciente a STANDARD METHODS 24 th Edition (SM, Métodos Normalizados para análisis de Aguas Potables y Residuales).

Los resultados corresponden única y exclusivamente a la muestra remitida por el interesado. El muestreo, las condiciones de almacenamiento y el transporte al Laboratorio son de exclusiva responsabilidad del interesado.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este certificado.

Autorizado por: Dra. Diana Villaiba Responsable Gestión de Servicios Laboratoriales	Controlado por: Dra. Gloria Galeano de Silva Responsable de Gestión de Sistema de Calidad	Aprobado por: Lic. Gustavo Brozón Dirección del CEMIT - UNA
---	---	---

CE-REG 060.16/10.23



**DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL
OVIEDO”**

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

Anexo VI

Memoria de Cálculo – PTAR

**Generación de Hojas de Cálculo mediante Anaconda Distribution y Jupyter
Notebook en Python**

Dimensionamiento de Planta de Tratamiento

Univ. Lucas Gabriel Gonzalez Vera

Univ. Alexis Antonio Rivas Britos

```
In [497]: import numpy as np
from IPython.display import Latex, HTML
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.collections as collections
%matplotlib nbagg
```

Caso de estudio:

"Mataderia Municipal de Coronel Oviedo"

1. Introducción.

En el presente documento se expone la memoria de cálculo correspondiente al diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la Planta de Beneficio Animal del Municipio de Coronel Oviedo. Este proyecto tiene como objetivo principal asegurar que las aguas residuales generadas en el proceso de beneficio animal sean tratadas de manera eficiente, cumpliendo con las normativas ambientales vigentes y minimizando el impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud pública.

La planta de tratamiento propuesta consta de varias etapas que garantizan un proceso integral de depuración de las aguas residuales. En el tratamiento primario, se incluye un sistema de cribado por rejillas y un desengrasador, cuyo propósito es remover sólidos gruesos y grasas presentes en el influente. Este pretratamiento es fundamental para evitar la obstrucción y el mal funcionamiento de las unidades de tratamiento subsecuentes.

El tratamiento secundario se compone de dos reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA) dispuestos en serie, seguidos de un filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA). Los reactores RAFA están diseñados para reducir la carga orgánica mediante procesos biológicos anaeróbicos, promoviendo la descomposición de materia orgánica por medio de microorganismos específicos en ausencia de oxígeno. Posteriormente, el filtro FAFA complementa este proceso, reteniendo y degradando adicionalmente la materia orgánica residual, lo cual mejora la calidad del efluente.

Como tratamiento terciario, se implementa un sistema de lechos de secado de lodos y un clorador. Los lechos de secado permiten la estabilización y deshidratación de los lodos generados en las etapas previas, facilitando su manejo y disposición final. El clorador, por su parte, asegura la desinfección del efluente tratado, eliminando patógenos y asegurando que el agua resultante cumpla con los estándares de calidad necesarios para su disposición en cuerpos de agua o su posible reutilización.

Este documento detalla los fundamentos teóricos, las consideraciones de diseño y los cálculos específicos necesarios para la implementación de cada uno de los componentes de la planta de tratamiento, garantizando un sistema eficiente y sostenible que contribuye a la protección del medio ambiente y al bienestar de la comunidad de San Estanislao.

2. Parámetros Básicos.

Para el diseño de la planta de tratamiento, es necesario primero establecer los parámetros básicos de cálculo.

2.1. Población de Diseño.

Para determinar el número de animales sacrificados en la Planta De Faena Municipal de Coronel Oviedo, se realizó una entrevista a los funcionarios de la matadería actual, que nos facilitaron la cantidad de animales faenados diariamente durante los últimos meses. A partir de los datos recabados, podemos aproximar la cantidad de ganado bovino sacrificado. Considerando que el matadero actualmente no opera bajo condiciones óptimas y depende de la demanda fluctuante de productores independientes, en su mayoría provenientes del distrito de Coronel Oviedo, para la posterior comercialización de la carne, se determinó la necesidad de estimar una cantidad de animales adecuada para un modelo de proyecto técnicamente y económicamente viable.

Dado que el promedio diario o semanal de sacrificios no refleja de manera precisa la capacidad real de la planta, se adoptó como referencia una capacidad máxima diaria de faenamiento, utilizada como base para el diseño del caudal. Este criterio permitirá garantizar que, a futuro, la Planta de Faena Municipal de Coronel Oviedo pueda responder de forma eficiente al crecimiento de la demanda y a las condiciones operativas proyectadas.

2.1.1. Estimación de diseño para la capacidad máxima de la planta de Beneficio Animal.

Capacidad máxima estimada 30 *Bovinos/día*

```
In [498.. #insertamos la cantidad de animales faenados dia  
nf= 30 #bovinos/dia
```

2.2. Consumo de Agua por Bovino.

En el trabajo final de grado titulado "Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros - Departamento de Cordillera", se estableció que el consumo de agua por cada bovino sacrificado es de 1000 litros por animal. En este Trabajo optamos por seguir la recomendación mencionada en el texto anterior sobre el consumo de agua por bovino faenado.

```
In [499.. #Insertamos el valor de consumo de agua  
cb= 1000 #Litros/bovino
```

2.3. Caracterización del agua residual de la planta de beneficio animal.

Con el propósito de determinar las propiedades fisicoquímicas del agua residual producida en el Matadero Municipal de Coronel Oviedo, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio sobre el efluente de las instalaciones existentes. Se recolectaron muestras en el punto de descarga final y se enviaron a laboratorios para su análisis.

Parámetros	Unidad	Métodos	Resultados	Límites *
DQO (Demanda Química de Oxígeno)	mg O ₂ /L	SM 5220 D	5546	150
DBO ₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	mg O ₂ /L	SM 5210 B	2149	50,0
Grasas y Aceites	mg/L	SM 5520 B	1478	Sin límite establecido

Fuente: \ Laboratorio \ CMIT \ - \ Universidad \ Nacional \ de \ Asunción

2.4 Otros parámetros.

Consideraciones para mayoración de caudal

En el trabajo final de grado Titulado "Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero de la ciudad de Arroyos y Esteros - Departamento de Cordillera" se establecieron los coeficientes de mayoración de caudal, las cuales adoptaremos por las similitudes entre ambos proyectos.

Coeficientes para mayoracion de caudal		
Descripcion	Simbolo	Valor
Consumo maximo diario	k1	1,3
Consumo maximo horario	k2	1,6
Consumo minimo horario	k2/2=k3	0,8

Fuente: Proyecto \ Planta \ de \ Tratamiento \ de \ Aguas \ Residuales \ para \ el \ Matadero \ de \ la \ ciudad \ de \ Arroyos \ y \ Esteros \ Departamento \ de \ Cordillera

```
In [500.. k1=1.3  
k2=1.6  
k3=0.8
```

3. Caudales de Cálculo

3.1. Caudal Sanitario

```
In [501.. Qsl=nf*cb # litros/dia  
Qsm=nf*cb/1000 #m3/dia
```

Podemos calcular el caudal sanitario con la siguiente expresión: $Q_s = n_f \cdot c_b$ Donde:

n_f es la capacidad del matadero

```
In [502.. Latex(r"Dando como resultado $Q_s = {:.0f} \text{ litros/día}$, o $Q_s = {:.0f} \text{ m}^3/\text{día}$".format(Qsl, Qsm))
```

```
Out[502.. Dando como resultado $Q_s = 30000 \text{ litros/día}$, o $Q_s = 30 \text{ m}^3/\text{día}$
```

3.2. Caudales de Diseño.

Con los coeficientes para mayoración de caudal podemos obtener los caudales esperados:

```
In [503.. Qmin=Qsl*k3/1000
Qmaxd=Qsl*k1/1000
Qmaxh=Qsl*k1*k2/1000
```

```
In [504.. Latex(r"Caudal mínimo $Q_{min} = {:.02f} \text{ m}^3/\text{día}$, Caudal máximo horario $Q_{maxh} = {:.02f} \text{ m}^3/\text{hr}$, y un Caudal máx")
```

```
Out[504.. Caudal mínimo $Q_{min} = 24.00 \text{ m}^3/\text{día}$, Caudal máximo horario $Q_{maxh} = 62.40 \text{ m}^3/\text{hr}$, y un Caudal máximo diario
$Q_{maxd} = 39.00 \text{ m}^3/\text{día}$
```

```
In [505.. Latex(r"El caudal de diseño adoptado para el dimensionamiento sera $Q=Q_{maxh}={:.02f} \text{ m}^3/\text{día}$ ".format(Qmaxh))
```

```
Out[505.. El caudal de diseño adoptado para el dimensionamiento sera $Q=Q_{maxh}=62.40 \text{ m}^3/\text{día}$
```

4. Tratamiento Primario - Cribado.

Para el tratamiento primario, emplearemos rejillas, un método que tiene una larga historia. En las plantas de tratamiento de aguas residuales, las rejillas se utilizan para eliminar los contaminantes gruesos presentes en la corriente, protegiendo así la operación y el equipo de las unidades subsiguientes contra posibles daños.

4.1. Dimensionamiento de rejillas

Para el dimensionamiento de las rejillas se tendrán en cuenta los siguientes criterios de diseño.

Criterios de diseño de rejillas	
Características	Limpieza manual
Tamaño de la barra	
Ancho (mm)	5,08 - 15,24
Profundidad (mm)	25,4 - 15,24
Espacio entre barras (mm)	15,4 - 50,8
Inclinación sobre la vertical (°)	30 - 45
Velocidad de acercamiento (m/s)	0,3048 - 0,6096
Perdida de carga permisible (mm)	152,4

Fuente: Metcalf \ y \ Eddy, \ Inc., \ 2003

```
In [506.. #espacio entre barras en cm
b=1.5
#espesor de las barras en cm
w=1
#porcentaje de area de Flujo
E=b/(b+w)
#adoptamos velocidad de acercamiento en m/sg
v=0.6
#angulo de inclinacion con la horizontal
α=45 #°
Latex("Adoptamos un espacio entre barras: $b = {:.02f} \text{ cm}$".format(b))
```

```
Out[506.. Adoptamos un espacio entre barras: $b = 1.50 \text{ cm}$
```

```
In [507.. Latex("Adoptamos un espesor de las barras: $w = {:.02f} \text{ cm}$".format(w))
```

```
Out[507.. Adoptamos un espesor de las barras: $w = 1.00 \text{ cm}$
```

Podemos calcular el valor del porcentaje de área de Flujo mediante la expresión: $E = \frac{b}{b+w}$

```
In [508.. Latex("El porcentaje de área de flujo obtenido es: $E = {:.02f} \text{ \%}$".format(E))
```

```
Out[508.. El porcentaje de área de flujo obtenido es: $E = 0.60 \text{ \%}$
```

```
In [509.. Latex("Adoptamos una velocidad de acercamiento: $v = {:.02f} \text{ m/sg}$".format(v))
```

Out[509.. Adoptamos una velocidad de acercamiento: $v = 0.60 \text{ m/sg}$

```
In [510.. Latex("Adoptamos un ángulo de inclinación con la horizontal:  $\alpha = {:.2f} \text{ }^\circ$ ".format( $\alpha$ ))
```

Out[510.. Adoptamos un ángulo de inclinación con la horizontal: $\alpha = 45.00 \text{ }^\circ$

4.2. Cálculo de pérdida de carga en la rejilla.

El método más comúnmente empleado para calcular la pérdida de carga en estas unidades es a través de la fórmula de Kirschmer, la cual se aplica cuando se tiene información sobre la configuración de las barras y la altura o la energía cinética del flujo entre estas.

$hl = B \cdot hv \cdot \sin(\alpha) \cdot \left(\frac{w}{b}\right)^{\frac{4}{3}}$ Donde hv Sería el valor de la altura o energía de velocidad de flujo de aproximación dada por la ecuación: $hv = \frac{V^2}{2g}$

hl = pérdida de carga en metros

$B = 2.42$ para barras rectangulares de cara recta

$B = 1.67$ para barras rectangulares de cara semicircular aguas arriba y abajo

$B = 1.83$ para barras rectangulares con caras semicirculares aguas arriba

$B = 1.79$ para barras circulares

```
In [511.. #insertamos el valor de coeficiente dependiente del tipo de barra
```

```
B=2.42
```

```
Latex("En donde adoptamos:  $B = {:.2f}$  barras rectangulares de cara recta por su alta disponibilidad en el mercado")
```

Out[511.. En donde adoptamos: $B = 2.42$ barras rectangulares de cara recta por su alta disponibilidad en el mercado.

```
In [512.. #se calcula el valor de altura o energia de velocidad de flujo de aproximación
```

```
hv=v**2/(2*9.8)
```

```
#se calcula el valor de la perdida de carga
```

```
hl=B*hv*np.sin( $\alpha$ *np.pi/180)*(w/b)**(4/3)
```

```
Latex("Dando como resultado:  $hv = {:.4f} \text{ m}$ , y  $hl = {:.4f} \text{ m}$ ".format(hv,hl))
```

Out[512.. Dando como resultado: $hv = 0.0184 \text{ m}$, y $hl = 0.0183 \text{ m}$

Cuando las rejillas están sucias, la velocidad del flujo a través de ellas puede duplicarse, mientras que la velocidad del flujo aguas arriba permanece inalterada. Esto resultará en un aumento significativo en la pérdida de carga, según el Proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera.

```
In [513.. #se calcula el valor de altura o energia de velocidad de flujo de aproximación
```

```
hv=(2*v)**2/(2*9.8)
```

```
#se calcula el valor de la perdida de carga
```

```
hls=B*hv*np.sin( $\alpha$ *np.pi/180)*(w/b)**(4/3)
```

```
Latex("Para rejillas sucias la velocidad adoptada sera de  $V = {:.2f} \text{ m/sg}$ , dando como nuevo resultado resultado: ")
```

Out[513.. Para rejillas sucias la velocidad adoptada sera de $V = 1.20 \text{ m/sg}$, dando como nuevo resultado resultado: Altura o energía de velocidad de flujo de aproximación para rejillas sucias $hv = 0.0735 \text{ m}$, y la pérdida de carga para rejillas sucias $hl = 0.0732 \text{ m}$

Si el valor de $hl < 0.154 \text{ m}$ el sistema verifica, en caso contrario se deberán modificar los parámetros

```
In [514.. if hls > 0.1524:
```

```
ver="No Verifica"
```

```
else:
```

```
ver="Verifica"
```

```
Latex("Para la combinación el sistema:  $\{\}$ ".format(ver))
```

Out[514.. Para la combinación el sistema: Verifica

4.3. Área útil del canal.

Podemos calcular el área útil del canal con la fórmula de tasa de flujo volumétrico: $Au = \frac{Q_{maxh}}{v}$

```
In [515.. #Area Util del canal
```

```
Au= Qmaxh/(v*24*60*60) #m2
```

```
Latex("Donde el área útil del canal es:  $Au = {:.5f} \text{ m}^2$ ".format(Au))
```

Out[515.. Donde el área útil del canal es: $Au = 0.00120 \text{ m}^2$

```
In [516.. #Adoptamos:
```

```
#Wc que es el ancho del canal
```

```
Wc=0.30 #m
#Borde Libre
Bl=0.30 #m
Latex("Adoptamos ancho del canal: $Wc = {:.2f} \\ m$, y borde libre: $Bl = {:.2f} \\ m$".format(Wc,Bl))
```

Out[516.. Adoptamos ancho del canal: $Wc = 0.30 \text{ m}$, y borde libre: $Bl = 0.30 \text{ m}$

4.3.1.1. Tirante Hidráulico Y.

El tirante hidráulico se puede calcular mediante la expresión: $Y = \frac{Au}{Wc}$

```
In [517.. #Profundidad aguas abajo de la rejilla:
Y= Au/Wc #[m]
Latex("Profundidad aguas arriba de la rejilla: $Y = {:.5f} \\ m$".format(Y))
```

Out[517.. Profundidad aguas arriba de la rejilla: $Y = 0.00401 \text{ m}$

4.3.1.2. Cálculo del número de barras.

Para calcular el número de barras se utiliza la siguiente fórmula: $n = \frac{Wc-w}{b+w}$

```
In [518.. #Calculo del numero de barras
n= (Wc*100-w)/(b+w)
Latex("El número de espacios es: $n = {:.2f} \\ $ \cong \$ {:.0f} \\ $".format(n,n))
```

Out[518.. El número de espacios es: $n = 11.60 \cong 12$

```
In [519.. N=round(n+1)
Latex("El número de barras es: $N = n+1 = {:.2f} \\ $".format(N))
```

Out[519.. El número de barras es: $N = n+1 = 13.00$

4.3.1.3 Ancho de la rejilla

Podemos calcular el ancho de la rejilla con la siguiente expresión: $Wr = N \cdot w + n \cdot b$

```
In [520.. Wr= (N*w+round(n)*b)/100
Latex("El ancho de la rejilla es: $Wr = {:.2f} \\ m$".format(Wr))
```

Out[520.. El ancho de la rejilla es: $Wr = 0.31 \text{ m}$

4.3.1.4 Altura total de la rejilla

$T = \frac{Y+hls+Bl}{\tan(\alpha)}$

```
In [521.. T=(Y+hls+Bl)/np.tan(45*np.pi/180)
Latex("La altura total es: $T = {:.3f} \\ m$".format(T))
```

Out[521.. La altura total es: $T = 0.377 \text{ m}$

4.3.1.5 Largo de la rejilla

$L = \frac{T}{\sin(\alpha)}$

```
In [522.. L=T/(np.sin(alpha*np.pi/180))
Latex("El largo total es: $L = {:.2f} \\ m$".format(L))
```

Out[522.. El largo total es: $L = 0.53 \text{ m}$

Resultados - Rejilla cribadora

```
In [523.. result = ["Dimensiones", "Valor", "Unidad"]
rejilla = {result[0]:["Ancho del canal", "Tirante Hidráulico", "Borde Libre", "Número de espacios", "Número de Ba:
                "Espesor de las barras", "Claro de barra, Apertura", "ancho de la rejilla", "Largo de la rej:
                "Inclinación de la rejilla", "Perdida hidráulica", "Velocidad de acercamiento"],
            result[1]:[Wc, round(100*Y,2), Bl, round(n,0), N, w/100, b/100, Wr, round(L,2), alpha, round(hl,2), v],
            result[2]:["m", "m", "m", " ", " ", "m", "m", "m", "m", "°", "m", "m/sg"]}
Tablarejilla = pd.DataFrame(rejilla, columns=result)
Tablarejilla
```

Out [523..	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Ancho del canal	0.300	m
1	Tirante Hidráulico	0.400	m
2	Borde Libre	0.300	m
3	Número de espacios	12.000	
4	Número de Barras	13.000	
5	Espesor de las barras	0.010	m
6	Claro de barra, Apertura	0.015	m
7	ancho de la rejilla	0.310	m
8	Largo de la rejilla	0.530	m
9	Inclinación de la rejilla	45.000	°
10	Perdida hidráulica	0.020	m
11	Velocidad de acercamiento	0.600	m/sg

5. Tratamiento Primario - Desengrasador.

Consiste en una serie de procesos destinados a eliminar sólidos sedimentables o materiales flotantes, utilizando métodos gravitacionales o mecánicos. Este sistema es esencial para una estación depuradora, ya que si las grasas se transfieren al tratamiento secundario, dificultarían la descomposición de la materia orgánica y aumentarían significativamente el valor de DBO₅ en el efluente de la depuradora.

5.1. Tiempo de retención hidráulico.

Los tiempos de retención de un desengrasador con respecto al caudal de entrada son los siguientes.

Tiempo de retención (min)	Caudal de entrada (l/s)
3	2 a 9
4	10 a 19
5	20 o mas

Fuente: Metcalf \ y \ Eddy, \ Inc., \ 2003

Como el caudal de diseño Q es menor a $2 \frac{l}{s}$ adoptamos el mínimo valor de tiempo de retención.

```
In [524.. Tr=3 #minutos
Latex("Adoptamos tiempo de retención hidráulico: $Tr = {:.0f} \\ minutos$".format(Tr))
```

```
Out[524.. Adoptamos tiempo de retención hidráulico: Tr = 3 \ minutos
```

5.2. Volumen del sistema.

Podemos calcular el volumen del sistema gracias a la expresión:

$$V = \frac{Q}{Tr}$$

```
In [525.. V=(Qmaxd/(24*60))*Tr #m3
Latex("El volumen es: $V = {:.3f} \\ m3$".format(V))
```

```
Out[525.. El volumen es: V = 0.081 \ m3
```

5.3. Dimensionamiento.

El tanque debe tener $0.25 \frac{m^2}{s}$ de área por cada $\frac{l}{s}$, una relación ancho/longitud de 1:4 hasta 1:8, una velocidad ascendente mínima de $4 \frac{mm}{sg}$. Metcalf \ y \ Eddy \ 2003

```
In [526.. Vs=4 #mm/sg
Latex("Adoptamos entonces: $Vs = {:.0f} \\ mm/sg$".format(Vs))
```

```
Out[526.. Adoptamos entonces: Vs = 4 \ mm/sg
```

5.3.1. Área Superficial As

Con los valores de Q y V_s calculamos el área superficial:

```
In [527.. #Area de superficial
As= (Qmaxd/(24*60*60))/(Vs/1000)
Latex("Dando un valor de: $As = {:.2f} \\ m2$".format(As))
```

Out[527.. Dando un valor de: As = 0.11 \ m2

5.3.2. Altura del desengrasador.

Una vez obtenido el área superficial, se halla el valor de la altura del desengrasador: $hd = \frac{V}{As}$

```
In [528.. hd=V/As
Latex("La altura requerida del desengrasador es: $hd = {:.2f} \\ m$".format(hd))
```

Out[528.. La altura requerida del desengrasador es: hd = 0.72 \ m

```
In [529.. H= hd+ 0.28
Latex("La altura final del desengrasador es: $H = {:.2f} \\ m$, quedando como borde libre 28 cm".format(H))
#poner congruente a 1m
```

Out[529.. La altura final del desengrasador es: H = 1.00 \ m, quedando como borde libre 28 cm

5.3.3. Dimensiones del desengrasador.

```
In [530.. base=np.sqrt(As/4)
#mostrar los dos valores
```

El largo del desengrasador debe ser 4 veces el ancho, con ello obtenemos que: $A = a \cdot L$

```
In [531.. Latex("En donde: $a = {:.2f} \\ m$ ".format(base))
```

Out[531.. En donde: a = 0.17 \ m

```
In [532.. #Adoptamos valores para H y b
Ladop=1.2 #m
badop=0.3 #m
```

```
In [533.. Latex("Por facilidad de construcción adoptamos: $a = {:.2f} \\ m$, $L = {:.2f} \\ m$ ".format(badop,Ladop))
```

Out[533.. Por facilidad de construcción adoptamos: a = 0.30 \ m, L = 1.20 \ m

```
In [534.. Vf= badop*Ladop*H
Latex("El volumen final del desengrasador es: $Vf = {:.2f} \\ m3$".format(Vf))
```

Out[534.. El volumen final del desengrasador es: Vf = 0.36 \ m3

Resultados Desengrasador

```
In [535.. desengrasador = {result[0]:["Volumen", "Area", "Largo", "Ancho", "Altura", "Tiempo de retencion"],
                    result[1]:[Vf,round(Ladop*badop,2),Ladop,badop,H,Tr],
                    result[2]:["m3","m2","m","m","m","min"]}
Tabladesengrasador = pd.DataFrame(desengrasador, columns=result)
Tabladesengrasador
```

Out[535..

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Volumen	0.36	m3
1	Area	0.36	m2
2	Largo	1.20	m
3	Ancho	0.30	m
4	Altura	1.00	m
5	Tiempo de retencion	3.00	min

6. Aforador Parshall

Para la medición del caudal se adoptó un medidor parshall ubicado a la salida del desengrasador

6.1 Criterios de Diseño

Límites de aplicación para escurrimiento libre

W (pulg y cm)		Capacidad (L/s)	
		Minimo	Maximo
1	2,54	0,28	5,67
2	5,08	0,57	14,15
3	7,6	0,85	28,31
6	15,24	1,42	110,44

Fuente: Tratamiento de aguas Residuales: Teoría y Principios de Diseño

"Jairo Alberto Romero Rojas", 2008

Teniendo en cuenta nuestro caudal de diseño Q, de la tabla anterior adoptamos $W = 2,54$ cm

Caudal mínimo de diseño = 0,28 l/s

Caudal máximo de diseño = 0,72 l/s Caudal medio = 0,5 l/s

6.2. Calculo de la lámina de agua en el canal.

La fórmula de funcionamiento es: $Q = k \times h^n$

Donde:

Q = caudal del efluente medido en m³/s.

h = Lectura de la lámina de agua en flujo libre en metros.

Para una canaleta Parshall de 1 pulgada, los valores del exponente n y del coeficiente K en la ecuación de caudal son los siguientes:

$K = 0.0604$

$N = 1.55$ Estos valores se encuentran detallados en la Tabla 7.5 del documento 'Parshall Flumes for Flow Measurement', publicado por la Oficina de Reclamación de los Estados Unidos (U.S. Bureau of Reclamation, USBR)."

```
In [536.. k=0.0604
N=1.55
hmin=(0.28/(1000*k))**(1/N)
hmax=(0.72/(k*1000))**(1/N)
hmed=(0.5/(k*1000))**(1/N)
Latex("Obtenemos entonces: para un caudal mínimo $hmin = {:.3f}$ \\ m$, para un caudal maximo $hmax = {:.3f}$ \\ m$")
```

```
Out[536.. Obtenemos entonces: para un caudal mínimo hmin = 0.031 \ m, para un caudal maximo hmax = 0.057 \ m y para un caudal medio hmed = 0.045 \ m
```

6.3. Dimensiones de la canaleta.

Las medidas de nuestro medidor Parshall obtenemos de la siguiente tabla padronizada:

```
In [537.. titulo = ["W", "cm", "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", "K", "N"]
rtitulo = {
    titulo[0]: ["1'", "3'", "6'", "9'", "1'", "1 1/2'", "2'", "3'", "4'", "5'", "6'", "7'", "8'", "10'"],
    titulo[1]: ["2.5", "7.6", "15.2", "22.9", "30.5", "45.7", "61.0", "91.5", "122", "152.5", "183", "213.5", "244.0", "274.5", "305"],
    titulo[2]: ["36.6", "45.6", "62.1", "88.0", "137.2", "144.9", "152.5", "167.7", "183.0", "198.3", "213.5", "228.8", "244.0", "259.1", "274.5", "289.8", "305"],
    titulo[3]: ["35.6", "45.7", "61.0", "86.4", "134.4", "142.0", "149.6", "164.5", "179.5", "194.1", "209.0", "223.6", "238.1", "252.7", "267.3", "281.9", "296.5"],
    titulo[4]: ["17.8", "39.4", "38.0", "61.0", "76.2", "91.5", "122.0", "152.2", "183.0", "213.5", "244.0", "274.5", "305"],
    titulo[5]: ["16.8", "25.9", "40.3", "57.5", "84.5", "102.6", "120.7", "157.2", "193.8", "230.3", "266.7", "303.2", "339.8", "376.4", "413.0", "449.6", "486.2"],
    titulo[6]: ["22.9", "38.1", "45.7", "61.0", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5"],
    titulo[7]: ["7.6", "15.2", "30.5", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0", "61.0"],
    titulo[8]: ["20.3", "30.5", "61.0", "45.7", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5", "91.5"],
    titulo[9]: ["1.9", "2.5", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6", "7.6"],
    titulo[10]: ["2.9", "5.7", "11.4", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9", "22.9"],
}
Tablartitulo = pd.DataFrame(rtitulo, columns=titulo)
Tablartitulo
```

Out [537..

	W	cm	A	B	C	D	E	F	G	K	N
0	1''	2.5	36.6	35.6	17.8	16.8	22.9	7.6	20.3	1.9	2.9
1	3''	7.6	45.6	45.7	39.4	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7
2	6''	15.2	62.1	61.0	38.0	40.3	45.7	30.5	61.0	7.6	11.4
3	9''	22.9	88.0	86.4	61.0	57.5	61.0	61.0	45.7	7.6	22.9
4	1'	30.5	137.2	134.4	76.2	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
5	1 1/2'	45.7	144.9	142.0	91.5	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
6	2'	61.0	152.5	149.6	122.0	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
7	3'	91.5	167.7	164.5	152.2	157.2	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
8	4'	122	183.0	179.5	183.0	193.8	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
9	5'	152.5	198.3	194.1	213.5	230.3	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
10	6'	183	213.5	209.0	244.0	266.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
11	7'	213.5	228.8	224.0	274.5	303.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
12	8'	244	244.0	239.2	366.0	340.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
13	10'	305	274.5	427.0	427.0	475.9	122.0	91.5	183.0	15.3	34.3

De la tabla padronizada, con el valor de w = 2,5 obtenemos:

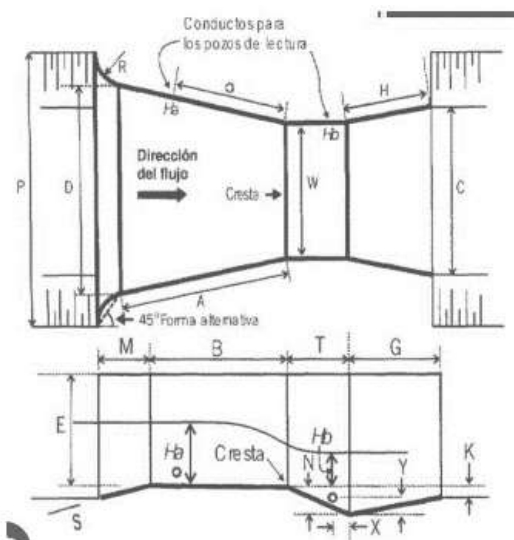
In [538..

```
nueva_tabla = Tablartitulo.iloc[[1]]
# Mostrar la nueva tabla con estilo
styled_table = nueva_tabla.style.set_table_styles(
    [{'selector': 'th', 'props': [('border', '1px solid black')]},
     {'selector': 'td', 'props': [('border', '1px solid black')]}]
).set_properties(**{'text-align': 'center'})
```

styled_table

Out [538..

	W	cm	A	B	C	D	E	F	G	K	N
1	3''	7.6	45.6	45.7	39.4	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7



Fuente: Proyecto \ Planta \ de \ Tratamiento \ de \ Aguas \ Residuales \ para \ el \ Matadero \ de \ la \ ciudad \ de \ Arroyos \ y \ Esteros

Departamento \ de \ Cordillera

7. Tratamiento Secundario - Reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA)

En esta sección, implementaremos una serie de Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA) para abordar la elevada carga de DQO y DBO presente en el efluente del proyecto.

Al colocar dos reactores anaeróbicos de flujo ascendente en serie se aumenta el tiempo de retención hidráulica total del sistema, permitiendo una mayor descomposición de la materia orgánica en el efluente y una reducción adicional de la contaminación. Esta disposición ofrece una segunda etapa de tratamiento que optimiza el proceso de digestión anaeróbica, ya que se pueden ajustar parámetros específicos en cada reactor según las necesidades del tratamiento.

En conjunto, esta estrategia mejora significativamente la eficiencia del tratamiento del efluente, especialmente en casos de alta carga de DQO y DBO.
 Adoptaremos reactores rectangulares debido a su facilidad de construcción siguiendo las tendencias actuales.

7.1. Parámetros de entrada del reactor 1.

Caudal de entrada	62,40 m ³ /hr
DQO	5546 mg O ₂ /L
DBO₅	2149 mg O ₂ /L

Fuente: Elaboración propia.

```
In [539.. Dqo= 5546 #mgO2/L
Dbo5=2149 #mgO2/L
```

7.2. Tiempo de retención hidráulico.

Según Metcalf y Eddy (2003), para los reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA) con una altura de 4 metros utilizados en el tratamiento de aguas residuales, se aconseja un tiempo de retención hidráulica (TRH) de entre 6 y 8 horas, especialmente cuando la temperatura ambiente es superior a 26°C.

```
In [540.. TRH= 8 #horas
HR= 4 #metros
BIR= 0.5 #metros
Latex("Adoptamos entonces: tiempo de retención $TRH = {:.0f} \\ hrs$, una altura del reactor $HR = {:.0f} \\ m$")
```

```
Out[540.. Adoptamos entonces: tiempo de retención TRH = 8 \ hrs, una altura del reactor HR = 4 \ m, y un borde libre BIR = 0.50 \ m
```

7.3. Volumen de los Reactores.

Calculamos el volumen con la expresión:

$$V = Q \cdot \text{TRH}$$

```
In [541.. VR=Qmaxh*TRH/24
Latex("Dando asi: $VR = {:.2f} \\ m^3$".format(VR))
```

```
Out[541.. Dando asi: VR = 20.80 \ m^3
```

7.3.1 Área del Reactor

El área del reactor se calcula con la siguiente ecuación: $AR = \frac{VR}{HR}$

```
In [542.. AR=VR/HR
Latex("El área del reactor es: $AR = {:.2f} \\ m^2$".format(AR))
```

```
Out[542.. El área del reactor es: AR = 5.20 \ m^2
```

```
In [543.. aadopR= 2.1 #m
ladopR= 2.5 #m
Latex("Por lo tanto se concluye con un ancho adoptado $aadop = {:.2f} \\ m$, y un largo $ladopR = {:.2f} \\ m$")
```

```
Out[543.. Por lo tanto se concluye con un ancho adoptado aadop = 2.10 \ m, y un largo ladopR = 2.50 \ m
```

7.3.2 Velocidad ascensional del Reactor

La velocidad ascensional del reactor debe estar en los siguientes rangos.

Velocidades de flujo ascendente recomendados	
Gasto del afluente	Velocidad de flujo ascendente (m/h)
Flujo promedio	0,5 -0,7
Flujo maximo	<0,9 - 1,1
Flujo pico temporales	<1,5

Fuente: \ Chernicharo \ de \ Lemos, \ 2007

Y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V_{asc} = \frac{Q}{AR}$$

In [544..] $V_{asc} = Q_{maxh} / (24 * AR)$
Latex("La velocidad ascendente del reactor es: $V_{asc} = {:.2f} \ \ m/h$ ".format(Vasc))

Out[544..] La velocidad ascendente del reactor es: $V_{asc} = 0.50 \ m/h$

7.4. Carga Orgánica Volumétrica del Reactor 1.

La carga orgánica volumétrica (COV) es un parámetro fundamental en el diseño de los Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA). Se calcula multiplicando el caudal de entrada por la concentración de materia orgánica (DQO) del agua residual alimentada al reactor en un día determinado, y luego dividiendo este producto por el volumen efectivo del reactor.

Se calcula con la siguiente expresión:

$$COV = \frac{Q \cdot CDQO}{V}$$

In [545..] $COV = Q_{maxh} * Dqo / (VR * 1000)$
Latex("La carga orgánica volumétrica es: $COV1 = {:.2f} \ \ kg.DQO/m3.dia$ ".format(COV))

Out[545..] La carga orgánica volumétrica es: $COV1 = 16.64 \ kg.DQO/m3.dia$

Carga hidráulica Volumétrica

$$CHV = \frac{Q}{VR}$$

In [546..] $CHV = Q_{maxh} / VR$
Latex("La carga hidráulica volumétrica es: $CHV = {:.2f} \ \ m3/m3.dia$ ".format(CHV))

Out[546..] La carga hidráulica volumétrica es: $CHV = 3.00 \ m3/m3.dia$

7.5. Sistemas de distribución del agua residual.

Según Chernicharo de Lemos (2007), para garantizar un tratamiento eficaz en un reactor, es crucial distribuir el agua residual de manera uniforme cerca del fondo, a una distancia de entre 10 y 20 centímetros. Esto se logra utilizando una serie de tubos estratégicamente ubicados, donde cada uno abarca un área de 1 a 2 metros cuadrados del fondo del tanque. Esta distribución uniforme asegura que todas las áreas del reactor estén expuestas de manera equitativa a los procesos de tratamiento, maximizando así la eficiencia del sistema.

In [547..] $A_{inf} = 2 \ m^2$
Latex("Adoptamos un área de influencia: $A_{inf} = {:.2f} \ \ m^2$ ".format(Ainf))

Out[547..] Adoptamos un área de influencia: $A_{inf} = 2.00 \ m^2$

Para calcular el número de puntos de entrada utilizaremos la siguiente ecuación: $N_p = \frac{AR}{A_{inf}}$

In [548..] $N_p = \text{round}(AR / A_{inf})$
Latex("El número de puntos distribuidas del efluente: $N_p = {:.0f} \ \ "$ ".format(Np))

Out[548..] El número de puntos distribuidas del efluente: $N_p = 3 \$

7.6. Estimación de las concentraciones de DQO y DBO5 en el efluente del Reactor 1.

Los criterios de diseño para los reactores anaeróbicos de flujo ascendente empleados en el tratamiento de aguas residuales industriales, según lo adaptado de varias fuentes como Chernicharo de Lemos (2007), Van Lier (2010) y Metcalf y Eddy (2003), indican que se puede esperar una eficiencia del proceso que varía entre el 80% y el 90%.

In [549..] $E_f = 85 \ \ \# \ \text{la eficiencia del sistema}$
Latex("Adoptamos una eficiencia: $E_f = {:.0f} \ \ \%$ ".format(Ef))

Out[549..] Adoptamos una eficiencia: $E_f = 85 \ \%$

Las concentraciones de DQO y DBO5 en el efluente del Reactor 1 seran de: $CDQO1 = Dqo \cdot (1 - E)$ $CDBO1 = Dbo5 \cdot (1 - E)$

In [550..] $CDQO1 = Dqo * (1 - E_f / 100)$

$$CDB01 = Dbo5 * (1 - Ef / 100)$$

Latex("Las concentraciones de DQO y DB05 en la salida del Reactor 1 es: \$CDQ01 = {:.2f} \\ \text{mg.Dqo/L}\$, y \$CDB01 = {:.2f} \\ \text{mg.DBO5/L}\$".format(CDQ01, CDB01))

Out [550].. Las concentraciones de DQO y DBO5 en la salida del Reactor 1 es: CDQ01 = 831.90 \ mg.Dqo/L, y CDB01 = 322.35 \ mg.DBO5/L

7.7. Carga Organica Volumetrica del Reactor 2.

En el caso del reactor 2, el caudal de entrada se mantiene constante, lo que implica que las dimensiones del reactor serán idénticas a las del reactor 1. Sin embargo, la carga orgánica volumétrica variará, ya que está directamente relacionada con la concentración de DQO en el flujo de entrada al sistema.

$$COV2 = Qmaxh * CDQ01 / (VR * 1000)$$

Latex("La carga orgánica volumétrica en el reactor 2 es: \$COV2 = {:.2f} \\ \text{kg.DQO/m3.dia}\$".format(COV2))

Out [551].. La carga orgánica volumétrica en el reactor 2 es: COV2 = 2.50 \ kg.DQO/m3.dia

7.8. Estimación de las concentraciones de DQO y DBO5 en la salida del reactor 2.

Como parametros de entrada seran consideradas las concentraciones estimadas en el efluente del Reactor 1. Teniendo en cuenta que la eficiencia adoptada del sistema es del 85% las concentraciones en el efluente final seran los siguientes

$$CDQ02 = CDQ01 * (1 - Ef / 100)$$

$$CDB02 = CDB01 * (1 - Ef / 100)$$

Latex("Las concentraciones de DQO y DB05 en el efluente final de los reactores es: \$CDQ02 = {:.2f} \\ \text{mg.Dqo/L}\$, y \$CDB02 = {:.2f} \\ \text{mg.DBO5/L}\$".format(CDQ02, CDB02))

Out [552].. Las concentraciones de DQO y DBO5 en el efluente final de los reactores es: CDQ02 = 124.79 \ mg.Dqo/L, y CDB02 = 48.35 \ mg.DBO5/L

8. Producción de BioGas y Metano.

8.1. Reactor 1.

La porcion de DQO convertida en gas metano es determinada por la siguiente ecuacion

$$DQOCH4 = Q \cdot (DQOi - DQOf) - 0.6 \cdot \frac{kgDQOolodo}{kgDQOaplicado} \cdot Q \cdot DQOi$$

$$DQOCH4 = Qmaxh * (Dqo / 1000 - CDQ01 / 1000) - 0.6 * (Qmaxh * Dqo / 1000)$$

Latex("La porción convertida es: \$DQOCH4 = {:.2f} \\ \text{kg.DQO/dia}\$".format(DQOCH4))

Out [553].. La porción convertida es: DQOCH4 = 86.52 \ kg.DQO/dia

Y la producción volumetrica de metano se calcula con la siguiente ecuación:

$$QCH4 = \frac{DQOCH4}{k(t)}$$

Donde:

QCH4 = producción de metano volumetrico m3/dia

k(t) = factor de corrección dependiendo de la temperatura de operación del reactor

k(t) se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$k(t) = \frac{P \cdot kQDO}{R \cdot (273 + T)}$$

Donde:

P es la presión atmosferica

kQDO es QDO correspondiente a un mol de CH4 (64 gr.DQO/mol) R es la constante del gas (0.08206 atmL/molK) T es temperatura de operación del reactor (26°C)

$$kQDO = 64 \text{ #gr Dqo/mol}$$

$$P = 1 \text{ #atm}$$

$$R = 0.08206$$

$$T = 26$$

$$kt = P * kQDO / (R * (273 + T))$$

$$QCH4 = DQOCH4 / kt$$

Latex("Por lo tanto la producción volumétrica de metano es: \$QCH4 = {:.2f} \\ \text{m3/dia}\$".format(QCH4))

Out[555.. Por lo tanto la producción volumétrica de metano es: $Q_{CH4} = 33.17 \text{ m}^3/\text{dia}$

La producción de biogás se determina mediante la estimación del porcentaje de metano contenido en él. Según el Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera, en el tratamiento de aguas residuales industriales, el porcentaje de metano en el biogás generalmente oscila entre el 70% y el 80%.

In [556.. `cm=75`
`Latex("Adoptamos un contenido de metano: $cm = {:.0f} \\\% $, en el biogas".format(cm))`

Out[556.. Adoptamos un contenido de metano: $cm = 75 \%$, en el biogas

El gasto de metano en el biogas producido se calcula con la siguiente ecuación: $Q_g = \frac{Q_{CH4}}{cm}$

In [557.. `Qg=QCH4/(cm/100)`
`Qgh=Qg/24`
`Latex("El gasto de metano del biogas producido es: $Qg = {:.2f} \\\ m3/dia $, $ = {:.2f} \\\ m3/hora $".format(Qg`

Out[557.. El gasto de metano del biogas producido es: $Q_g = 44.22 \text{ m}^3/\text{dia}$, $= 1.84 \text{ m}^3/\text{hora}$

8.2. Reactor 2

In [558.. `DQOCH42=Qmaxh*(CDQ01/1000-CDQ02/1000)-0.6*(Qmaxh*CDQ01/1000)`
`Latex("La porción convertida es: $DQOCH4 = {:.2f} \\\ kg.DQO/dia$".format(DQOCH42))`

Out[558.. La porción convertida es: $DQOCH4 = 12.98 \text{ kg.DQO/dia}$

In [559.. `QCH42=DQOCH42/kt`
`Qg2=QCH42/(cm/100)`
`Qgh2=Qg2/24`
`Latex("El gasto de metano del biogas producido es: $Qg = {:.2f} \\\ m3/dia $, $ = {:.2f} \\\ m3/hora $".format(Qg:`

Out[559.. El gasto de metano del biogas producido es: $Q_g = 6.63 \text{ m}^3/\text{dia}$, $= 0.28 \text{ m}^3/\text{hora}$

9. Dimensionamiento del colector de gas

Según Souza (1986), se sugiere una tasa mínima de producción de gas de 1 metro cúbico por metro cuadrado por hora ($1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$), mientras que las tasas máximas oscilan entre 3 y 5 metros cúbicos por metro cuadrado por hora ($3-5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$).

Adoptamos $kg=2$

Reactor 1

La tasa de liberación se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$k_g = \frac{Q_g}{A_g}$$

In [560.. `kg=2`
`Ag1=Qgh/kg`
`Latex("El área del colector de gas requerido es: $Ag1 = {:.2f} \\\ m2$".format(Ag1))`

Out[560.. El área del colector de gas requerido es: $Ag1 = 0.92 \text{ m}^2$

In [561.. `lg1=ladopR #largo del colector`
`ag1=1 #ancho del colector`
`Latex("El largo del colector 1 sera igual al largo del reactor 1 para mejor aprovechamiento del mismo: $L = {:.2f} \\\ m$".format(lg1))`

Out[561.. El largo del colector 1 sera igual al largo del reactor 1 para mejor aprovechamiento del mismo: $L = 2.50 \text{ m}$, y el ancho requerido con este valor sera de $a = 1.00 \text{ m}$

Reactor 2

In [562.. `Ag2=Qgh2/kg`
`Latex("El área del colector de gas requerido es: $Ag2 = {:.2f} \\\ m2$".format(Ag2))`

Out[562.. El área del colector de gas requerido es: $Ag2 = 0.14 \text{ m}^2$

In [563.. `lg2=lg1 #largo del colector`
`ag2=0.15 #ancho del colector`
`Latex("El largo del colector 2 sera igual al largo del reactor 2 para mejor aprovechamiento del mismo: $L = {:.2f} \\\ m$".format(lg2))`

Out [563.. El largo del colector 2 sera igual al largo del reactor 2 para mejor aprovechamiento del mismo: $L = 2.50 \text{ m}$, y el ancho requerido con este valor sera de $a = 0.15 \text{ m}$

9.1 Dimensionamiento de las aberturas y del compartimento del sedimentador.

Adoptamos para ambos reactores 2 aberturas en cada módulo junto a las paredes.
Longitud de cada abertura 2.5m
Ancho de abertura $a = 0.20 \text{ m}$

```
In [564.. la=2.5
aa=0.2
n=2
Aa=la*aa*n
Latex("El area total de las aberturas es: $Aa = {:.2f} \text{ m}^2$".format(Aa))
```

Out [564.. El area total de las aberturas es: $Aa = 1.00 \text{ m}^2$

Se verifica las velocidades a traves de las aberturas, sabiendo que la velocidad maxima permitida entre las campanas es de 3m/h

$$V_{ab} = \frac{Q}{Aa}$$

```
In [565.. Vab=Qmaxh/(Aa*24)
if Vab<3:
    compr="Verifica"
else:
    compr="No verifica"
Latex("Para estas dimensiones la velocidad a traves de las aberturas $V_{ab}$ con un valor de $V_{ab} = {:.2f} \text{ m/sg}$")
```

Out [565.. Para estas dimensiones la velocidad a traves de las aberturas Verifica con un valor de $V_{ab} = 2.60 \text{ m/sg}$

9.1.1 Dimensionado del compartimento del sedimentador

En este apartado realizaremos el dimensionado del compartimento del sedimentador, las tasas de carga superficial deberan estar en los siguientes rangos:

Flujo del afluente	Tasa de carga superficial (m/H)
Flujo promedio	0,6 a 0,8
Flujo maximo	menor que 1,2
Flujo temporal	menor que 1,6

Fuente: Proyecto \ Planta \ de \ Tratamiento \ de \ Aguas \ Residuales \
para \ el \ Matadero \ de \ la \ ciudad \ de \ Arroyos \ y \ Esteros

Departamento \ de \ Cordillera

```
In [566.. Latex("La longitud del sedimentador sera igual al largo del reactor  $L_s = {:.2f} \text{ m}$ ".format(LadopR))
```

Out [566.. La longitud del sedimentador sera igual al largo del reactor $L_s = 2.50 \text{ m}$

Reactor 1

```
In [567.. As1=aadopR-ag1
Latex("Ancho efectivo del sedimentador 1 se calcula de la siguiente manera: $As1= \text{Ancho} \text{ interno} \text{ RAFA} - a$")
```

Out [567.. Ancho efectivo del sedimentador 1 se calcula de la siguiente manera: $As1 = \text{Ancho} \text{ interno} \text{ RAFA} - \text{ancho} \text{ del} \text{ colector} = 2.10 - 1.00 = 1.10$

```
In [568.. Ac1=la*As1
Latex("Area del compartimento 1: $Ac1= \text{Longitud} \text{ del} \text{ sedimentador} * \text{Ancho} \text{ efectivo} \text{ del} \text{ sedimentador}$")
```

Out [568.. Area del compartimento 1: $Ac1 = \text{Longitud} \text{ del} \text{ sedimentador} * \text{Ancho} \text{ efectivo} \text{ del} \text{ sedimentador} = 2.50 * 1.10 = 2.75 \text{ m}^2$

```
In [569.. Va=Qmaxh/(Ac1*24)
Latex("Para verificar las tasas de carga de superficie del sedimentador se utiliza la siguiente expresión: $Va=$")
```

Out [569.. Para verificar las tasas de carga de superficie del sedimentador se utiliza la siguiente expresión: $Va = Q_{maxh} / Ac1 = 0.95 \text{ m/hr}$

```
In [570.. if Va<1.2:
    veri="Ya que no debemos exceder el valor del flujo maximo permitido, este sistema para el Reactor 1 Verifica"
else:
    veri="Ya que no debemos exceder el valor del flujo maximo permitido, este sistema para el Reactor 1 NO VERIFICA"
```

veri

Out[570.. 'Ya que no debemos exceder el valor del flujo maximo permitido, este sistema para el Reactor 1 Verifica '

Reactor 2

In [571.. As2=aadopR-ag2

Latex("Ancho efectivo del sedimentador 1 se calcula de la siguiente manera: \$As1= Ancho \\ interno \\ RAFA - A

Out[571.. Ancho efectivo del sedimentador 1 se calcula de la siguiente manera: As1= Ancho \ interno \ RAFA - Area \ de \ las \ aberturas= 2.10 - 0.15 \ = 1.95 \

In [572.. Ac2=la*As2

Latex("Área del compartimento 2: \$Ac2= {:.2f} \\ \$ * {:.2f} \\ \$ = {:.2f} \\ m2\$".format(la,As2,Ac2))

Out[572.. Área del compartimento 2: Ac2= 2.50 \ * 1.95 \ = 4.88 \ m2

In [573.. Va2=Qmaxh/(Ac2*24)

Latex("Para verificar las tasas de carga de superficie del sedimentador se utiliza la siguiente expresión: \$Va=

Out[573.. Para verificar las tasas de carga de superficie del sedimentador se utiliza la siguiente expresión: Va= Qmaxh/Ac2= \ 0.53 \ m/hr

In [574.. if Va2<1.2:

```
    veri2="Ya que no debemos exceder el valor del flujo máximo permitido, este sistema para el Reactor 2 Verifi
else:
    veri2="Ya que no debemos exceder el valor del flujo máximo permitido, este sistema para el Reactor 2 NO VER:
veri2
```

Out[574.. 'Ya que no debemos exceder el valor del flujo máximo permitido, este sistema para el Reactor 2 Verifica'

9.1.2. Características de los Reactores.

In [575.. p=60

Latex("Adoptaremos un ángulo de incidencia de la campana: \$ p={:.0f} \\ \text{°} \$ ".format(p))

Out[575.. Adoptaremos un ángulo de incidencia de la campana: p=60 \ °

Traslapo: se trata de los deflectores instalados para dirigir los gases generados hacia la campana, facilitando así la separación entre los gases y el líquido.

Según el Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros en el Departamento de Cordillera, el traslape en la instalación de las pantallas de la campana debe ser de 10 a 20 cm.

In [576.. Tv=0.10 #m

Latex("Adoptaremos un traslapo: \$Tv={:.2f} \\ m \$ ".format(Tv))

Out[576.. Adoptaremos un traslapo: Tv=0.10 \ m

Seguidamente calculamos el ancho del deflector: Wd=Tv+ancho\ del\ abertura

In [577.. Wd=Tv+aa

Latex("El ancho del deflector sera de: \$Wd = {:.2f} \\ m \$ ".format(Wd))

Out[577.. El ancho del deflector sera de: Wd = 0.30 \ m

La longitud del deflector: Ld=2 \cdot Wd \cdot \tan(\rho)

In [578.. Ld=2*Wd*np.tan(\rho*np.pi/180)

Latex("La longitud del deflector es: \$Ld = {:.2f} \\ m \$ ".format(Ld))

Out[578.. La longitud del deflector es: Ld = 1.04 \ m

Adoptamos altura de la campana: hc=1.50 m y altura del reactor inferior hi=2.50 m

9.2. Estimación de producción de Lodos.

El reactor RAFA es un equipo que continuamente genera Lodos durante su proceso.

Consideraciones de diseño			
Símbolo	Descripción	Rango	Valor Adoptado
Y	Coeficiente de producción de lodos	0,1-0,16	0,10 kgSSV/kgDQO
SSV/SST	Relación de sólidos	0,65-0,75	0,75
% H2O	Porcentaje de agua en el lodo	0,95-0,98	0,95
DL	Densidad del lodo	1020-1040	1020 kg/m ³

Producción de lodos en término de sólidos suspendidos volátiles.

A partir de las consideraciones se determina la cantidad generada de lodos a partir de los SSV con la siguiente ecuación:

$$PLSSV = Y \cdot E_f \cdot CDQO \cdot Q$$

Donde CDQO es el DQO soluble en el agua de entrada y E_f es la eficiencia sobre el DQO total

Producción de lodos en término de sólidos suspendidos totales

Según el Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, en el Departamento de Cordillera, se determina la cantidad de lodos generada a partir de los sólidos suspendidos totales (SST) mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$PLSST = \frac{PLSSV}{\frac{SSV}{SST}}$$

Masa de lodos Hidratados

Se determina mediante la ecuación:

$$ML_{hidratado} = \frac{PLSST}{1 - H_2O}$$

Volumen de purga de lodos

$$V_{lodos} = \frac{ML_{hidratado}}{\rho_{lodo}}$$

Donde ρ es la densidad del lodo

Volumen de lodos deshidratados al 65%

Según Tchobanoglus, la deshidratación de los lodos se estima en un rango del 65 % al 70 % antes de llevar a cabo algún tratamiento secundario en el proceso

$$V_{lodos\ 65} = \frac{PLSST}{(1 - 0.65)} \cdot \rho_{lodo}$$

In [579]

```

YF=0.1 #kgSSV/kgDQO
SSV=0.75
H2O=0.95
DL=1020
PLSSV1=YF*Dqo*Ef*Qmaxh/100000
PLSSV2=YF*CDQO1*Ef*Qmaxh/100000 #kg*SSV/dia
PLSST1=PLSSV1/(SSV) #kg/dia
PLSST2=PLSSV2/(SSV)
MLhidratado1=PLSST1/(1-H2O)
MLhidratado2=PLSST2/(1-H2O) #kg/dia
Vlodos1=MLhidratado1/DL
Vlodos2=MLhidratado2/DL
Vlodo651=PLSST1/(0.35*DL)
Vlodo652=PLSST2/(0.35*DL) #m3/dia
result1 = ["Reactor 1", "Reactor 2", "unidad"]
result2 = ["Eficiencia", "CDQO", "PLSSV", "PLSST", "MLhidratado", "Vlodos", "Vlodos65%"]
da1 = {result1[0]: [Ef, round(Dqo), round(PLSSV1,2), round(PLSST1,2), round(MLhidratado1,2), round(Vlodos1,2), round(
    result1[1]: [Ef, round(CDQO1), round(PLSSV2,2), round(PLSST2,2), round(MLhidratado2,2), round(Vlodos2,2), round(
    result1[2]: ["%", "mg/L", "kg*SSV/dia", "kg/dia", "kg/dia", "m3/dia", "m3/dia"]}
Tablaα1 = pd.DataFrame(da1, columns=result1, index=result2)
Tablaα1

```

Out [579..

	Reactor 1	Reactor 2	unidad
Eficiencia	85.00	85.00	%
CDQO	5546.00	832.00	mg/L
PLSSV	29.42	4.41	kg*SSV/dia
PLSST	39.22	5.88	kg/dia
MLhidratado	784.43	117.66	kg/dia
Vlodos	0.77	0.12	m3/dia
Vlodos65%	0.11	0.02	m3/dia

9.3. Resultados RAFA 1.

In [580..

```
result3 = ["Concepto", "Sigla", "Valor", "Unidad"]
rreactor = {
    result3[0]: ["Volumen", "Área", "Ancho", "Largo", "Altura Total", "Tiempo de Retención Hidráulica", "Carga \
    "Carga Hidráulica volumétrica", "Velocidad Ascensional", "Puntos de Distribución del afluente"
    "Altura del Reactor parte inferior", "Inclinación de la campana", "Rendimiento del sistema", "I
    "DBO aplicado al sistema", "DQO saliente", "DBO Saliente"],
    result3[1]: ["V", "A", "a", "L", "H", "TRH", "COV", "CHV", "Vasc", "-", "h", "hi", "α", "-", "DQO", "DBO",
    result3[2]: [VR, AR, aadopR, ladopR, HR, TRH, round(COV,2), CHV,Vasc, Np,1.5, 2.5, ρ, Ef, Dqo,Dbo5,CDQ01,CD
    result3[3]: ["m3", "m2", "m", "m", "m", "h", "kg.DQO/m3.dia", "m3/m3.dia", "m/h", "unidad", "m", "m", "°",
}
Tablareactor = pd.DataFrame(rreactor, columns=result3)
Tablareactor
```

Out [580..

	Concepto	Sigla	Valor	Unidad
0	Volumen	V	20.80	m3
1	Área	A	5.20	m2
2	Ancho	a	2.10	m
3	Largo	L	2.50	m
4	Altura Total	H	4.00	m
5	Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	8.00	h
6	Carga Volumétrica	COV	16.64	kg.DQO/m3.dia
7	Carga Hidráulica volumétrica	CHV	3.00	m3/m3.dia
8	Velocidad Ascensional	Vasc	0.50	m/h
9	Puntos de Distribución del afluente	-	3.00	unidad
10	Altura de la campana	h	1.50	m
11	Altura del Reactor parte inferior	hi	2.50	m
12	Inclinación de la campana	α	60.00	°
13	Rendimiento del sistema	-	85.00	%
14	DQO aplicada al sistema	DQO	5546.00	mg/L
15	DBO aplicado al sistema	DBO	2149.00	mg/L
16	DQO saliente	DQO saliente	831.90	mg/L
17	DBO Saliente	DBO saliente	322.35	mg/L

9.3. Resultados RAFA 2.

In [581..

```
result3 = ["Concepto", "Sigla", "Valor", "Unidad"]
rreactor2 = {
    result3[0]: ["Volumen", "Area", "Ancho", "Largo", "Altura Total", "Tiempo de Retención Hidráulica", "Carga \
    "Carga Hidráulica volumétrica", "Velocidad Ascensional", "Puntos de Distribución del afluente"
    "Altura del Reactor parte inferior", "Inclinación de la campana", "Rendimiento del sistema", "I
    "DBO aplicado al sistema", "DQO saliente", "DBO Saliente"],
    result3[1]: ["V", "A", "a", "L", "H", "TRH", "COV", "CHV", "Vasc", "-", "h", "hi", "α", "-", "DQO", "DBO",
    result3[2]: [VR, AR, aadopR, ladopR, HR, TRH, round(COV,2), CHV,Vasc, Np,1.5, 2.5, ρ, Ef, CDQ01,CDB01,CDQ0
    result3[3]: ["m3", "m2", "m", "m", "m", "h", "kg.DQO/m3.dia", "m3/m3.dia", "m/h", "unidad", "m", "m", "°",
}
Tablareactor2 = pd.DataFrame(rreactor2, columns=result3)
Tablareactor2
```

Out [581..

	Concepto	Sigla	Valor	Unidad
0	Volumen	V	20.8000	m ³
1	Area	A	5.2000	m ²
2	Ancho	a	2.1000	m
3	Largo	L	2.5000	m
4	Altura Total	H	4.0000	m
5	Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	8.0000	h
6	Carga Volumétrica	COV	2.5000	kg.DQO/m ³ .dia
7	Carga Hidráulica volumétrica	CHV	3.0000	m ³ /m ³ .dia
8	Velocidad Ascensional	Vasc	0.5000	m/h
9	Puntos de Distribución del afluente	-	3.0000	unidad
10	Altura de la campana	h	1.5000	m
11	Altura del Reactor parte inferior	hi	2.5000	m
12	Inclinación de la campana	α	60.0000	°
13	Rendimiento del sistema	-	85.0000	%
14	DQO aplicada al sistema	DQO	831.9000	mg/L
15	DBO aplicado al sistema	DBO	322.3500	mg/L
16	DQO saliente	DQO saliente	124.7850	mg/L
17	DBO Saliente	DBO saliente	48.3525	mg/L

In [582.. # insertar tabla

11. Tratamiento Secundario - Filtro Anaeróbico de Flujo ascendente.

La utilización de filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAFA) se recomienda generalmente en las siguientes situaciones:

A) Diseñar el FAFA como unidad única para la oxidación de la materia orgánica.

B) Diseñar el FAFA como un postratamiento del efluente de un reactor anaeróbico, adaptándose a las variaciones del caudal.

En nuestro caso particular, concluimos que es adecuado dimensionar un FAFA como postratamiento del efluente de la serie de reactores anaeróbicos.

Criterios de Diseño

Parametros de diseño	Q promedio	Q maximo diario	Q maximo horario
Medio de empaque	Piedra	Piedra	Piedra
Altura del medio filtrante (m)	0,8 a 3	0,8 a 3	0,8 a 3
Altura del borde libre (m)	0,5	0,5	0,5
Altura bajo dren (m)	0,5 a 1	0,5 a 1	0,5 a 1
Tiempo de residencia hidraulica (h)	5 a 12	4 a 9	3 a 7
Carga hidraulica superficial (m ³ /m ² dia)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga organica volumetrica (kgDBO/m ³ d)	0,15 a 0,50	0,15 a 0,55	0,15 a 0,55
Carga organica en el medio filtrante (kgDBO/m ³ d)	0,25 a 0,75	0,25 a 0,75	0,25 a 0,75

Fuente: Proyecto \ Planta \ de \ Tratamiento \ de \ Aguas \ Residuales \ para \ el \ Matadero \ de \ la \ ciudad \ de \ Arroyos \ y \ Esteros \ Departamento \ de \ Cordillera

11.1. Concentraciones de contaminantes en el afluente.

In [583.. Latex("Las concentraciones de Contaminantes en el afluente son: \$CDQO = {:.2f}\$ \ \ mg.DQO/lt \$, y \$ CDBO= {:.2f}\$

Out [583.. Las concentraciones de Contaminantes en el afluente son: CDQO = 124.79 \ mg.DQO/lt , y CDBO= 48.35 \ mg.DBO/LT

11.2. Cálculo del Volumen del filtro anaeróbico.

11.2.1. Caudal de diseño

In [584.. Latex("\$Q = {:.2f}\$ \ \ m³/dia\$ ".format(Qmaxh))

Out [584.. Q = 62.40 \ m³/dia

11.2.2. Cálculo del Volumen del filtro por medio de carga orgánica volumétrica.

```
In [585.. COVadop=0.35
Latex("Adoptamos una carga orgánica Volumétrica: $COV = {:.2f} \\ \text{kg.DBO/m}^3$ que corresponde al promedio de (
```

```
Out[585.. Adoptamos una carga orgánica Volumétrica: COV = 0.35 \text{kg.DBO/m}^3 que corresponde al promedio de COV
recomendado para un caudal máximo horario
```

El volumen se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_{\text{fil}} = \frac{Q \cdot C_{\text{DBO2}}}{\text{COV}}$$

```
In [586.. Vfil=Qmaxh*CDBO2/(COVadop*1000)
Latex("El volumen del filtro será: $V_{\text{fil}} = {:.2f} \\ \text{m}^3$".format(Vfil))
```

```
Out[586.. El volumen del filtro será: Vfil = 8.62 \text{m}^3
```

11.2.3. Altura total del filtro.

Teniendo en cuenta los criterios de diseño indicados en la tabla anterior, se ha adoptado una altura de empaque de 2 metros, una altura libre en el fondo de 0.50 metros y un borde libre de 0.50 metros, por lo tanto la altura final del filtro esta dada por:

$$H = 0.50 + 2.00 + 0.50 = 3.00 \text{m}$$

11.3. Calculo del área del filtro anaeróbico.

```
In [587.. Afil=Vfil/3
Latex("Con el volumen calculado y la altura adoptada anteriormente tenemos un área de: $A_{\text{fil}} = {:.2f} \\ \text{m}^2$ "
```

```
Out[587.. Con el volumen calculado y la altura adoptada anteriormente tenemos un área de: Afil = 2.87 \text{m}^2
```

```
In [588.. afil=2.6
lfil=Afil/afil
Latex("Adoptamos un ancho: $a_{\text{fil}} = {:.2f} \\ \text{m}$ , y el largo del filtro sera: $l_{\text{fil}} = {:.2f} \\ \text{m} \cong {:.0f}$ "
```

```
Out[588.. Adoptamos un ancho: afil = 2.60 \text{m} , y el largo del filtro sera: lfil = 1.11 \text{m} \cong 1 \text{m}
```

11.3.1. Cálculo del volumen del medio filtrante.

Se calcula con la siguiente ecuación

$$V_{\text{mf}} = A_{\text{fil}} \cdot h_{\text{empaque}}$$

```
In [589.. Vmf=Afil*2
Latex("El volumen del medio filtrante es de: $V_{\text{mf}} = {:.2f} \\ \text{m}^3$".format(Vmf))
```

```
Out[589.. El volumen del medio filtrante es de: Vmf = 5.75 \text{m}^3
```

11.4. Verificación de la carga hidráulica superficial.

Segun los criterios de diseño para filtros anaeróbicos la carga hidráulica superficial teniendo en cuenta el caudal máximo horario no deberá ser superior a 15 m³/m².dia. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$C_{\text{hs}} = \frac{Q}{A}$$

```
In [590.. Chs=Qmaxh/(Afil)
Latex("El valor de la carga hidráulica superficial es de: $C_{\text{hs}} = {:.2f} \\ \text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$".format(Chs))
```

```
Out[590.. El valor de la carga hidráulica superficial es de: Chs = 21.72 \text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}
```

```
In [591.. if Chs<15:
    chsver="La carga hidráulica esta dentro de los intervalos recomendados para los gastos aplicados"
else:
    chsver="No verifica"
chsver
Latex("{}".format(chsver))
```

```
Out[591.. No verifica
```

11.5. Verificación de la carga hidráulica volumétrica

Según estudios realizados en el Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera, se han obtenido buenos resultados con filtros anaeróbicos aplicando una Carga Orgánica Volumétrica (COV) de 0.15 a 0.5 kg de DBO/m³·día (considerando el volumen total del filtro) y de 0.25 a 0.75 kg de DBO/m³·día (considerando el volumen del filtro empacado).

```
In [592.. COVtotal=Qmaxh*CDB02/(Vfil*1000)
COVmf=Qmaxh*CDB02/(Vmf*1000)
if COVtotal>0.15:
    if COVtotal<0.5:
        covver= "Se encuentra en los rangos mencionados con un valor de"
    else:
        covver="No verifica"
Latex("{} $COVtotal= {:.2f}$\ kg. DBO/m3.dia $".format(covver,COVtotal))
```

Out[592.. Se encuentra en los rangos mencionados con un valor de COVtotal= 0.35\ kg. DBO/m3.dia

```
In [593.. if COVmf>0.25:
    if COVtotal<0.75:
        covmfver= "Se encuentra en los rangos mencionados con un valor de"
    else:
        covmfver="No verifica"
Latex("{} $COVmf= {:.2f}$\ kg. DBO/m3.dia $".format(covmfver,COVmf))
```

Out[593.. Se encuentra en los rangos mencionados con un valor de COVmf= 0.53\ kg. DBO/m3.dia

11.6. Tiempo de residencia hidráulica.

Teniendo el caudal y el volumen del filtro obtenemos el tiempo de residencia hidráulica.

$$Trh = \frac{Vfil}{Q}$$

```
In [594.. Trh=Vfil*24/Qmaxh
Latex("El tiempo de residencia hidráulica es de: $Trh = {:.2f}$ \ hrs $".format(Trh))
```

Out[594.. El tiempo de residencia hidráulica es de: Trh = 3.32 \ hrs

11.7. Estimación de concentración de DQO Y DBO en el efluente final

Según el Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera, la eficiencia estimada de los filtros anaeróbicos de esta naturaleza se sitúa entre el 75% y el 85%

```
In [595.. efil=80
Latex("Adoptamos una eficiencia de: $Efil={:.0f}$ \%").format(efil))
```

Out[595.. Adoptamos una eficiencia de: Efil=80 \%

```
In [596.. CeflDQO=(1-efil/100)*CDQ02
CeflDBO=(1-efil/100)*CDB02
Latex("Las concentraciones de DQO y DBO en el efluente son: $CDQ0={:.2f}$ \ kg.DQO/m3$ , $CDB0={:.2f}$ \ kg.DBO/m3$")
```

Out[596.. Las concentraciones de DQO y DBO en el efluente son: CDQO=24.96 \ kg.DQO/m3 , CDBO=9.67 \ kg.DBO/m3

Resultados Filtro Anaeróbico

```
In [597.. rfiltro = {
    result3[0]: ["Volumen","Volumen del medio filtrante", "Area", "Ancho", "Largo", "Altura Total","Altura el m
                "Tiempo de Retención Hidráulica", "Carga Volumetrica", "Carga Hidráulica Superficial","Puntos (
                "Rendimiento del sistema", "DQO aplicada al sistema","DBO aplicado al sistema", "DQO saliente"
    result3[1]: ["V", "V","A", "a", "L", "H", "Hfiltro", "TRH", "COV", "Chs", "-", "-", "DQO", "DBO", "DQO salie
    result3[2]: [round(Qmaxh * 1000 / (24 * 60 * 60), 2), round(Vmf,2), round(Afil,2), afil, round(lfil,2), 3, D
    result3[3]: ["m3", "m3", "m2", "m", "m", "m", "m", "h", "kg.DQO/m3.dia", "m3/m2.dia", "unidad", "%", "mg/L",
}
Tablarfiltro = pd.DataFrame(rfiltro, columns=result3)
Tablarfiltro
```

Out [597..

	Concepto	Sigla	Valor	Unidad
0	Volumen	V	0.72	m3
1	Volumen del medio filtrante	V	5.75	m3
2	Area	A	2.87	m2
3	Ancho	a	2.60	m
4	Largo	L	1.11	m
5	Altura Total	H	3.00	m
6	Altura el medio filtrante	Hfiltro	2.00	m
7	Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	3.32	h
8	Carga Volumetrica	COV	0.35	kg.DQO/m3.dia
9	Carga Hidráulica Superficial	Chs	21.72	m3/m2.dia
10	Puntos de Distribución del afluente	-	1.00	unidad
11	Rendimiento del sistema	-	80.00	%
12	DQO aplicada al sistema	DQO	124.79	mg/L
13	DBO aplicado al sistema	DBO	48.35	mg/L
14	DQO saliente	DQO saliente	24.96	mg/L
15	DBO Saliente	DBO saliente	9.67	mg/L

In [598..

```

if CeflDQO>150:
    rdqo="NO CUMPLE"
else:
    rdqo="CUMPLE"
if CeflDBO<50:
    rdbo="CUMPLE"
else:
    rdbo="NO CUMPLE"
result4 = ["Concepto", "Requerimiento MADES", "Concentración en el efluente", "Unidad", "Resultado"]
rmades = {
    result4[0]: ["DQO", "DBO"],
    result4[1]: [ "150", "50"],
    result4[2]: [round(CeflDQO,2),round(CeflDBO,2)],
    result4[3]: ["mg/L", "mg/L"],
    result4[4]: [rdqo, rdbo]
}
Tablarmades = pd.DataFrame(rmades, columns=result4)
Tablarmades

```

Out [598..

	Concepto	Requerimiento MADES	Concentración en el efluente	Unidad	Resultado
0	DQO	150	24.96	mg/L	CUMPLE
1	DBO	50	9.67	mg/L	CUMPLE

12. Tratamiento Terciario - Lecho de secado

Los lechos de secado son dispositivos diseñados para eliminar suficiente agua de los lodos, permitiendo que el material resultante pueda manejarse como un sólido, con un contenido de humedad inferior al 70%.

12.1. Dimensionamiento del lecho de secado.

Según el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Introducción al Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, el tiempo total de secado (en días) y el área superficial requerida (en m²) se calculan utilizando las siguientes ecuaciones:

$$t = \frac{30 \cdot H \cdot SO}{a \cdot E + b \cdot R} \cdot \left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2} \right) + t_d$$

$$A_s = \frac{1078 \cdot Q_s \cdot t}{H}$$

Parametros de diseño			
Simbolo	Descripcion	Valor	Unidad
So	Porcentaje de solidos en el efluente adoptado	35	%
a	Factor de correccion de evaporacion	0,75	-
b	Factor de absorcion de agua por el lodo	0,57	-
td	Tiempo de duracion del drenado (d) adoptado	1	dias
S1	Porcentaje de solidos despues de td dias esperado	40	%
S2	Contenido de solidos en el efluente esperado	45	%

Fuente: Proyecto \ Planta \ de \ Tratamiento \ de \ Aguas \ Residuales \ para \ el \ Matadero \ de \ la \ ciudad \ de \ Arroyos \ y \ Esteros \ Departamento \ de \ Cordillera

Datos hidrologicos				
Simbolo	Descripcion	Valor	Unidad	Fuente
E	Evaporacion del agua	5	cm/mes	Boletin agrometeorologico Marzo 2024
R	Precipitacion del mes lluvioso DINAC	43,4	cm/mes	Anuario climatologico 2017

Fuente: Dirección \ Nacional \ de \ Aeronáutica \ Civil \ - Dirección \ de \ Meteorología \ e \ Hidrología

Resultados del Lecho de secado

```
In [599.. E=8.84
R=14.17
t=(30*20*0.35)*(1/0.40-1/0.45)/(0.75*E+0.57*R)+1
As=1078*(Vlodo651+Vlodo652)*t/20
Largo=12
ancho=round(As/Largo)
dα = {result[0]:["Area", "Largo", "Ancho", "Altura", "Dias"], result[1]:[round(As),Largo,ancho,1,round(t)],
      result[2]:["m2", "m", "m", "m", "dias"]}
Tablaα = pd.DataFrame(dα, columns=result)
Tablaα
```

```
Out [599..
```

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Area	34	m2
1	Largo	12	m
2	Ancho	3	m
3	Altura	1	m
4	Dias	5	dias

13. Tratamiento Terciario - Desinfección (clorador)

Según el Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera, para asegurar una desinfección efectiva, es necesario que el agua y el cloro permanezcan en contacto durante un período de entre 15 y 45 minutos en un tanque de contacto diseñado específicamente para este propósito.

En la tabla que se presenta a continuación, se muestran las condiciones y características de los requerimientos de cloro, así como las dimensiones del tanque de contacto y del dosificador de cloro, necesarios para desinfectar el agua tratada.

Efluente	Dosis (mg/L)
Aguas crudas (prefloracion)	6 a 25
Sedimentacion primaria	5 a 20
Tratamiento de precipitacion quimica	3 a 10
Filtros rociadores	3 a 10
Filtros de lechos con piedras	1 a 5

Fuente: Metcalf \ y \ Eddy, \ Inc., \ 2023

```
In [600.. Dosiscloro=2
Latex("Teniendo en cuenta que nuestro efluente proviene de un filtro de lechos con piedras adoptamos: $Dosiscloro
```

```
Out [600.. Teniendo en cuenta que nuestro efluente proviene de un filtro de lechos con piedras adoptamos: Dosiscloro=2 \ mg/L
```

Resultados Clorador

```
In [601.. #adoptamos
Areaaa=1.3
cloro = {result[0]:["Caudal de entrada", "Dosis de cloro","Requerimiento de cloro diario", "Volumen del Recipiente"],
result[1]:[round(Qmaxh*1000/(24*60*60),2),Dosiscloro,round(Qmaxh*Dosiscloro/1000,2),1.1,Qmaxh/48,Areaaa],
result[2]:["l/s","mg/l","kg/dia","litros","m3","m2","m","m","m","min"]}
Tablacloro = pd.DataFrame(cloro, columns=result)
Tablacloro
```

```
Out[601..
```

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Caudal de entrada	0.72	l/s
1	Dosis de cloro	2.00	mg/l
2	Requerimiento de cloro diario	0.12	kg/dia
3	Volumen del Recipiente para preparar la solución	1.10	litros
4	Volumen útil del tanque de contacto	1.30	m3
5	Area	1.30	m2
6	Largo	1.30	m
7	ancho	1.00	m
8	Altura	1.20	m
9	Tiempo de retención	30.00	min

Después del tratamiento de efluentes descrito en esta memoria de cálculo, se recomienda realizar un control analítico para verificar que se cumplan los parámetros exigidos por el MADES para el vertido en cauces hídricos.

```
In [602.. #Para ocultar las celdas con código
HTML(''<script>
code_show=true;
function code_toggle() {
if (code_show){
$('div.input').hide();
} else {
$('div.input').show();
}
code_show = !code_show
}
$( document ).ready(code_toggle);
</script>
<form action="javascript:code_toggle()"><input type="submit" value="---"></form>'')
```

```
Out[602.. ---
```

```
In [603.. HTML(''
<script>
code_show = true;

function code_toggle() {
if (code_show){
$('div.input').hide();
} else {
$('div.input').show();
}
code_show = !code_show;
}

$(document).ready(function(){
code_toggle();
});

</script>
<form action="javascript:code_toggle()">


```

```
Out[603.. Mostrar/Ocultar código
```

```
In [ ]:
```

**DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL
OVIEDO”**

ALEXIS ANTONIO RIVAS BRITOS, LUCAS GABRIEL GONZALEZ VERA – 2025

Anexo VII

Planillas de cálculos métricos y presupuesto.



**FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGIAS**

Universidad Nacional de Caaguazú



Facultad de Ciencias y Tecnologías - UNCA

PLANTA DE FAENA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO

PRESUPUESTO - RESUMEN POR DEPENDENCIA

ITEM	CONCEPTO		
1	MATADERIA Y ADMINISTRACION	G	2.961.742.535
2	CORRALES Y ANEXOS	G	1.092.380.615
3	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	G	609.042.510
4	OBRAS EN EXTERIORES	G	1.076.795.000
5	EQUIPAMIENTOS INDUSTRIALES BASICOS DE PLAYA DE FAENA	G	1.438.540.000
TOTAL POR OBRA (GUARANÍES):		G	7.178.500.660

Son guaranies: Siete mil ciento setenta y ocho millones quinientos mil seiscientos sesenta

EN DÓLARES AMERICANOS

COTIZACION DEL DÓLAR EN FECHA 02/12/2025: 6.883,26 GS. (BANCO CENTRAL DEL PARAGUAY)

TOTAL POR OBRA (DÓLARES):	USD 1.042.893
----------------------------------	----------------------

Son dólares: Un millón cuarenta y dos mil ochocientos noventa y tres

Planilla de Computo Métrico y Presupuesto					
Proyecto: Planta De Faena Municipal De La Ciudad De Coronel Oviedo			Propietario: Municipalidad de Coronel Oviedo		
Localidad: Coronel Oviedo			Departamento: Caaguazú		
Matadería y Administración.					
ITEMS	DESCRIPCION	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
A	Preparación de la obra				
1	Demolición de estructura existente (Playa de faena y vivienda del cuidador)	gl	1,00	G 15.000.000	G 15.000.000
2	Demolición zona corral existente	gl	1,00	G 5.000.000	G 5.000.000
3	Limpieza y desbroce del terreno	m²	3.780,00	G 5.000	G 18.900.000
4	Replanteo y marcación de obra	m²	1.240,00	G 9.000	G 11.160.000
5	Vallado Perimetral	ml	423,00	G 130.000	G 54.990.000
6	Obrador	m²	100,00	G 100.000	G 10.000.000
B	Movimiento de Suelo				
1	Excavación para cimentación	m3	211,00	G 60.000	G 12.660.000
2	Relleno de tierra interior y exterior, compactación y nivelación	m3	7.070,00	G 110.000	G 777.700.000
C	Cimentación y Estructura de H°A°				
1	ZAPATAS DE H°A°	m³	24,24	G 2.150.000	G 52.116.000
2	Vigas de cimentación	m³	22,11	G 2.640.000	G 58.370.400
3	Columnas de H°A°	m³	26,38	G 2.850.000	G 75.183.000
4	Vigas de H°A° de encadenado superior y arriostramiento	m³	17,95	G 2.550.000	G 45.772.500
D	Aislación asfáltica				
1	Horizontal asfáltica de muros, 3 caras con aditivo hidrófugo inorgánico - pared de 0,15	ml	474,45	G 30.000	G 14.233.500
E	Muros de elevación				
1	De 0.15 m, ladrillo hueco, para revocar	m²	2.004,20	G 75.000	G 150.315.000
2	Envarillado sobre y bajo aberturas de 2x8 mm, en dos hiladas.	ml	304,00	G 25.000	G 7.600.000
F	Techo				
1	Provisión y montaje de estructura metálica, con cerramiento de chapa trapezoidal panel chapa exterior color gris, espesor mínimo calibre Nro 27, chapa interior gris, espesor mínimo calibre Nro 27, núcleo interior PIR de 50 mm	m²	1.119,00	G 531.500	G 594.748.500
G	Revoque				
1	De pared a una capa c/ hidrófugo 1:4:16, espesor 1.5 cm	m²	4.008,40	G 40.000	G 160.336.000
2	De pilares de H° A°	m²	362,52	G 43.000	G 15.588.360
3	De vigas de H° A°	m²	276,60	G 43.000	G 11.893.800
H	Revestimiento				
1	De azulejos, color y medida según diseño en baños	m²	104,80	G 110.000	G 11.528.000
I	Pisos				
1	Contrapiso De hormigón de cascotes sobre terreno natural, h=7 cm - 1:6:12 (cemento: arena	m²	1.170,00	G 44.000	G 51.480.000
2	Carpeta de regularización para piso 2cm	m²	1.148,83	G 34.000	G 39.060.220
3	Piso cerámico	m²	1.148,83	G 105.000	G 120.627.150
4	Zocalo de cerámica	ml	485,50	G 28.000	G 13.594.000
J	Cielorrasos y mamparas				
1	De PVC	m²	435,95	G 100.000	G 43.595.000
2	Mamparas para divisoria de baños	m²	39,44	G 120.000	G 4.732.800
K	Carpintería de madera				
1	Puerta placa con marco de vyrapyta y contramarco, terminacion lustrada de 0,80 x 2,10 cerradura soprano o similar	un	6,00	G 1.100.000	G 6.600.000
2	Puerta placa con marco de vyrapyta y contramarco, terminacion lustrada de 0,90 x 2,10 cerradura soprano o similar	un	6,00	G 1.300.000	G 7.800.000
3	Puerta placa con marco de vyrapyta y contramarco, terminacion lustrada de 1,00 x 2,10 cerradura soprano o similar	un	3,00	G 1.500.000	G 4.500.000
4	Puerta placa tipo vaiven con marco de vyrapyta y contramarco, terminacion lustrada y herrajes 1.40 x 2,10	un	11,00	G 2.100.000	G 23.100.000
5	Puerta placa reforzada de doble hoja con marco de vyrapyta y contramarco, terminación lustrada 1,90 x 2,10 cerradura soprano o similar	un	3,00	G 2.500.000	G 7.500.000
L	Carpintería metálica				
1	Porton metálico tipo rollable 3,00 x 3,70	un	2,00	G 8.103.000	G 16.206.000
M	Carpintería vidriada y perfilera				
1	Vidrios templados de 8 mm. Con perfilera de aluminio, y telas metálicas.	m²	47,70	G 850.000	G 40.545.000
N	Pinturas				
1	De paredes revocadas con pintura acrílica 100% lavable en exterior	m²	931,00	G 30.000	G 27.930.000
2	De paredes revocadas con pintura epoxica en interior	m²	3.077,40	G 50.000	G 153.870.000
3	De aberturas metálicas	m²	44,40	G 42.000	G 1.864.800
4	De canaleta aéreas	ml	192,20	G 30.000	G 5.766.000

O Desagüe pluvial						
1	Provisión y colocación de Canaletas aéreas y de bajada en chapa galvanizada N°26, aéreas, desarrollo: 50 cm	ml	192,20	G	70.000	G 13.454.000
2	Tubería de PVC de 150 mm, serie reforzada para bajada	ml	147,20	G	75.000	G 11.040.000
P Instalación eléctrica						
1	Aplique LED 25 W	un	25,00	G	30.000	G 750.000
2	Bandeja portacables perforada 150x50 mm de 3 m	un	14,00	G	260.000	G 3.640.000
3	Cable multifilar 2 mm²	ml	965,00	G	2.680	G 2.586.200
4	Cable tipo Nyy 2x10 mm²	ml	20,00	G	20.000	G 400.000
5	Cable tipo Nyy 3x2,5 mm²	ml	66,00	G	16.000	G 1.056.000
6	Cable tipo Nyy 4x16 mm²	ml	35,00	G	141.200	G 4.942.000
7	Cable tipo Nyy 4x185 mm²	ml	40,00	G	227.500	G 9.100.000
8	Cable tipo Nyy 4x2,5 mm²	ml	120,00	G	20.000	G 2.400.000
9	Caja de conexión hexagonal	un	140,00	G	3.400	G 476.000
10	Caja de llaves	un	37,00	G	2.785	G 103.045
11	Caño corrugado antillamas 1"	ml	25,00	G	3.058	G 76.450
12	Caño corrugado antillamas 3/4"	ml	405,00	G	1.562	G 632.610
13	Colgante industrial LED tipo UFO 100 W	un	86,00	G	300.000	G 25.800.000
14	Disyuntor de caja moldeada 3x250 A	un	1,00	G	1.800.000	G 1.800.000
15	Electroducto 1"	ml	110,00	G	2.320	G 255.200
16	Llave de un punto	un	20,00	G	4.000	G 80.000
17	Llave termomagnética 1x10 A	un	14,00	G	13.000	G 182.000
18	Llave termomagnética 1x16 A	un	4,00	G	17.000	G 68.000
19	Llave termomagnética 1x50 A	un	3,00	G	25.000	G 75.000
20	Llave termomagnética 3x10 A	un	4,00	G	58.500	G 234.000
21	Llave termomagnética 3x16 A	un	1,00	G	95.000	G 95.000
22	Llave termomagnética 3x50 A	un	4,00	G	155.000	G 620.000
23	Placa de dos módulos	un	24,00	G	4.000	G 96.000
24	Placa de un módulo	un	13,00	G	4.000	G 52.000
25	Provisión y montaje de Aire Acondicionado tipo Split de 18000 BTU	un	3,00	G	4.000.000	G 12.000.000
26	Tablero embutir F+T+N corte 16 A 12 módulos	un	1,00	G	550.000	G 550.000
27	Tablero embutir RST+T+N corte 250 A 12 módulos	un	1,00	G	550.000	G 550.000
28	Tablero embutir RST+T+N corte 50 A 12 módulos	un	1,00	G	550.000	G 550.000
29	Tablero embutir RST+T+N corte 50 A 36 módulos	un	1,00	G	850.000	G 850.000
30	Tomacorriente	un	30,00	G	4.500	G 135.000
31	Tomacorriente tipo Schuko	un	3,00	G	30.000	G 90.000
32	Tomacorriente trifásico tipo industrial 4x32 A	un	6,00	G	33.000	G 198.000
33	Unión tipo T para bandeja 150x50 mm	un	1,00	G	150.000	G 150.000
34	Ventilador de techo	un	4,00	G	480.000	G 1.920.000
Mano de obra						
35	Instalación de TM limitador monofásico	gl	21,00	G	170.000	G 3.570.000
36	Instalación de TM limitador trifásico	gl	10,00	G	510.000	G 5.100.000
37	Instalación de conductores subterráneos	gl	216,00	G	27.000	G 5.832.000
38	Instalación de electroductos	gl	540,00	G	12.500	G 6.750.000
39	Instalación de tomacorrientes industriales	gl	6,00	G	340.000	G 2.040.000
40	Montaje de Tableros	gl	4,00	G	250.000	G 1.000.000
41	Montaje de bandejas	gl	15,00	G	25.000	G 375.000
42	Montaje de luminarias	gl	111,00	G	85.000	G 9.435.000
43	Montaje de tomacorrientes	gl	33,00	G	85.000	G 2.805.000
Q Instalación sanitaria						
Instalación de Agua Corriente						
1	Cañerías de termofusión de 1"	ml	107,00	G	30.000	G 3.210.000
2	Cañerías de termofusión de 3/4"	ml	170,96	G	25.000	G 4.274.000
3	Cañerías de termofusión de 1/2"	ml	85,95	G	20.000	G 1.719.000
4	Codo, tees y uniones termofusión	un	146,00	G	8.500	G 1.241.000
5	Llave de paso de 1" cromada, con campana	un	7,00	G	160.000	G 1.120.000
6	Llave de paso de 3/4" cromada, con campana	un	5,00	G	160.000	G 800.000
7	Llave de paso de 1/2" cromada, con campana	un	20,00	G	110.000	G 2.200.000
8	Registro llave de paso 20x20 con tapa de hormigon	un	8,00	G	180.000	G 1.440.000

Desagüe Sanitario Doméstico						
9	Tubería de PVC de 100 mm, serie reforzada	ml	35,00	G	65.000	G 2.275.000
10	Tubería de PVC de 75 mm, serie reforzada	ml	24,50	G	42.000	G 1.029.000
11	Codo de 100 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	2,00	G	20.000	G 40.000
12	Codo de 100 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	5,00	G	20.000	G 100.000
13	Codo de 75 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	10,00	G	17.000	G 170.000
14	Codo de 75 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	5,00	G	17.000	G 85.000
15	Ramal Y de 100 mm, de PVC serie reforzada	un	5,00	G	50.000	G 250.000
16	Ramal Y de 75 mm, de PVC serie reforzada	un	4,00	G	50.000	G 200.000
17	Ramal Y reduccion de 100 mm x 75 mm, de PVC serie reforzada	un	6,00	G	50.000	G 300.000
18	Ramal T de 75 mm, de PVC serie reforzada	un	4,00	G	15.000	G 60.000
19	Caja Sifonada 150 mm x 150 mm x 75 mm	un	9,00	G	180.000	G 1.620.000
20	Rejilla cromada de 150 mm x 150 mm	un	8,00	G	20.000	G 160.000
21	Registro Cloacal de 45x60cm con tapa de H°	un	2,00	G	450.000	G 900.000
22	Construcción de cámara séptica de 2,00 x 1,00 x 2,00 con tapa de hormigon	un	1,00	G	2.100.000	G 2.100.000
23	Pozo absorbente 1,8 m de diametro con tapa de hormigon	un	1,00	G	4.000.000	G 4.000.000
Desagüe Sanitario Industrial - Hasta PTAR						
24	Tubería de PVC de 100 mm, serie reforzada	ml	75,00	G	65.000	G 4.875.000
25	Tubería de PVC de 200 mm, serie reforzada	ml	148,00	G	100.000	G 14.800.000
26	Codo de 100 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	8,00	G	20.000	G 160.000
27	Codo de 100 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	22,00	G	20.000	G 440.000
28	Codo de 200 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	3,00	G	190.000	G 570.000
29	Ramal Y de 100 mm, de PVC serie reforzada	un	9,00	G	50.000	G 450.000
30	Caja Sifonada 150 mm x 150 mm x 75 mm	un	17,00	G	180.000	G 3.060.000
31	Rejilla de acero inoxidable de 150 mm x 150 mm	un	17,00	G	20.000	G 340.000
32	Rejilla de piso lineal 200 mm x 600 mm, de fundicion de aluminio	un	64,00	G	250.000	G 16.000.000
33	Boca de desagüe de 180x20cm	un	18,00	G	500.000	G 9.000.000
34	Boca de desagüe de 120x20cm	un	2,00	G	350.000	G 700.000
35	Boca de desagüe de 60x60cm	un	2,00	G	450.000	G 900.000
36	Registro de inspeccion de 60x120cm, con tapa de H°	un	1,00	G	980.000	G 980.000
37	Registro de inspeccion de 60x60cm, con tapa de H°	un	7,00	G	540.000	G 3.780.000
Desagüe pluvial						
38	Tubería de PVC de 150 mm, serie reforzada	ml	111,20	G	75.000	G 8.340.000
39	Codo de 150 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	22,00	G	40.000	G 880.000
40	Registro Pluvial de 60x60cm con rejilla	un	26,00	G	400.000	G 10.400.000
Artefactos						
41	Grifería FV manija cruz para duchas	un	4,00	G	120.000	G 480.000
42	Grifería FV cromada para lavatorio	un	7,00	G	180.000	G 1.260.000
43	Grifería FV pico alto movil para lavamanos	un	8,00	G	250.000	G 2.000.000
44	Inodoro Deca Reavena Sistema Baja	un	5,00	G	1.600.000	G 8.000.000
45	Canilla de pared cromada	un	5,00	G	50.000	G 250.000
Accesorios						
46	Mesada de granito con 2 bachas de porcelana para baños	un	2,00	G	3.200.000	G 6.400.000
47	Jabonera de losa esmaltada	un	4,00	G	75.000	G 300.000
48	Portarrollo de cromo	un	5,00	G	190.000	G 950.000
R Proteccion contra incendio						
Detección						
1	Detector humo-calor	un	28,00	G	130.000	G 3.640.000
2	Cartel de Salida - Recorrido	un	16,00	G	160.000	G 2.560.000
3	Pulsador Manual Compuesto	un	7,00	G	40.000	G 280.000
4	Alarma Audio Visual	un	7,00	G	120.000	G 840.000
5	Dintel	un	5,00	G	160.000	G 800.000
6	Panel de sistema contra incendios	un	1,00	G	350.000	G 350.000
Combate						
7	Boca de incendio equipada	un	4,00	G	1.600.000	G 6.400.000
8	Rociadores automaticos	un	35,00	G	55.000	G 1.925.000
9	Sensor de flujo	un	6,00	G	60.000	G 360.000
10	Boca de incendio siamesa	un	2,00	G	1.600.000	G 3.200.000
11	Extintor A-B-F (5 kg)	un	5,00	G	1.600.000	G 8.000.000
S Limpieza final						
1	Limpieza final	gl	1,00	G	3.000.000	G 3.000.000
					Total:	G 2.961.742.535

Planilla de Computo Métrico y Presupuesto

Proyecto: Planta De Faena Municipal De La Ciudad De Coronel Oviedo		Propietario: Municipalidad de Coronel Oviedo			
Localidad: Coronel Oviedo		Departamento: Caaguazú			
Corrales y Anexos.					
ITEMS	DESCRIPCION	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
A	Preparación de la obra				
1	Replanteo y marcación de obra	m ²	770,00	G 9.000	G 6.930.000
B	Movimiento de Suelo				
1	Excavación para cimentación	m ³	98,45	G 60.000	G 5.907.000
C	Cimentación y Estructura de H°A°				
1	ZAPATAS DE H°A°	m ³	12,70	G 2.150.000	G 27.305.000
2	Vigas de cimentacion	m ³	3,69	G 2.640.000	G 9.741.600
3	Columnas de H°A°	m ³	5,91	G 2.850.000	G 16.843.500
4	Vigas de H°A° de encadenado superior	m ³	3,89	G 2.550.000	G 9.919.500
5	Muro de H°A° de 25 cm de ancho, en apoyo de vallado de caños metalicos.	m ³	38,50	G 2.600.000	G 100.100.000
D	Aislación asfáltica				
1	Horizontal asfáltica de muros, 3 caras con aditivo hidrófugo inorgánico - pared de 0,15	ml	395,00	G 30.000	G 11.850.000
E	Muros de nivelación				
1	De 0.30 m, ladrillo comun, para revocar	m ²	40,00	G 220.000	G 8.800.000
F	Muros de elevación				
1	De 0.15 m, mamposteria de ladrillo comun, para revocar, armado con 2φ 8mm cada 60cm	m ²	212,46	G 95.000	G 20.183.700
2	Pilares de hormigon de 2 metros con varilla de montaje 4φ 12 mm y zapatas 80x80x30cm	m ³	2,27	G 2.700.000	G 6.129.000
G	Techo				
1	Provisión y montaje de estructura metálica, con cerramiento de chapa trapezoidal panel chapa exterior color gris, espesor mínimo calibre Nro 27, chapa interior gris, espesor mínimo calibre Nro 27, núcleo interior PIR de 50 mm	m ²	530,00	G 510.000	G 270.300.000
H	Revoque				
1	De pared a una capa c/ hidrófugo 1:4:16, espesor 1.5 cm	m ²	269,13	G 40.000	G 10.765.200
2	De pilares de H° A°	m ²	48,50	G 43.000	G 2.085.500
3	De vigas de H° A°	m ²	12,40	G 43.000	G 533.200
I	Pisos				
1	De H°A° Fck: 21 Mpa., antideslizante con ranuras, espesor 12 cm.	m ²	584,54	G 200.000	G 116.908.000
J	Carpinteria metalica				
1	Porton de caños metalicos galvanizados de 4 pulg de diametro en parantes y travesaños. 1,70x1,70	gl	1,00	G 80.000.000	G 80.000.000
2	Porton de caños metalicos galvanizados de 4 pulgadas de diametro en parantes y travesaños. 2,10x1,70	gl	1,00	G 15.000.000	G 15.000.000
3	Vallado con caños redondos de 3" x 3mm, con separaciones verticales de 30 cm y pilares de caños redondos de 4" x 3mm de h: 1,50 mts	ml	162,60	G 1.500.000	G 243.900.000
K	Pinturas				
1	De paredes revocadas con pintura acrilica 100% lavable en exterior	m ²	320,00	G 30.000	G 9.600.000
2	De canaletas aereas	ml	60,00	G 30.000	G 1.800.000
L	Desagüe pluvial				
1	Provisión y colocación de Canaletas aereas y de bajada en chapa galvanizada N°26, aereas desarrollo: 50 cm	ml	77,40	G 70.000	G 5.418.000
2	Tubería de PVC de 150 mm, serie reforzada para bajada	ml	25,00	G 75.000	G 1.875.000
M	Instalación eléctrica				
1	Cable multifilar 2 mm ²	m	460,00	G 2.680	G 1.232.800
2	Cable tipo Nyy 2x10 mm ²	m	50,00	G 20.000	G 1.000.000
3	Electroducto 1"	m	48,00	G 2.320	G 111.360
4	Caño corrugado antillamas 3/4"	m	200,00	G 1.562	G 312.400
5	Bandeja portacables perforada 150x50 mm de 3 m	un	13,00	G 260.000	G 3.380.000
6	Curva para bandeja 150x50 mm	un	1,00	G 150.000	G 150.000
4	Caja de conexión hexagonal	un	70,00	G 3.400	G 238.000
8	Caja de llaves	un	3,00	G 2.785	G 8.355
9	Placa de tres módulos	un	1,00	G 4.000	G 4.000
10	Tomacorriente tipo Schuko	un	2,00	G 30.000	G 60.000
11	Llave de un punto	un	3,00	G 4.000	G 12.000
12	Colgante insdustrial LED tipo UFO 100 W	un	56,00	G 300.000	G 16.800.000
13	Tablero embutir F+T+N corte 50 A 12 módulos	un	1,00	G 550.000	G 550.000
14	Llave termomagnética 1x50 A	un	1,00	G 25.000	G 25.000
15	Llave termomagnética 1x10 A	un	2,00	G 13.000	G 26.000
16	Llave termomagnética 1x16 A	un	3,00	G 17.000	G 51.000

	Mano de obra					
17	Montaje de luminarias	gl	56,00	₡	85.000	₡ 4.760.000
18	Montaje de tomacorrientes	gl	2,00	₡	85.000	₡ 170.000
19	Montaje de bandejas	gl	14,00	₡	25.000	₡ 350.000
20	Instalación de electroductos	gl	230,00	₡	12.500	₡ 2.875.000
21	Montaje de Tableros	gl	1,00	₡	250.000	₡ 250.000
22	Instalación de TM limitador monofásico	gl	6,00	₡	170.000	₡ 1.020.000
23	Instalación de conductores subterráneos	gl	50,00	₡	27.000	₡ 1.350.000
N	Instalación sanitaria					
	Inst de Agua Corriente					
	Cañerías de termofusión de 1"	ml	15,00	₡	30.000	₡ 450.000
1	Cañerías de termofusión de 3/4"	ml	82,50	₡	25.000	₡ 2.062.500
2	Cañerías de termofusión de 1/2"	ml	36,00	₡	20.000	₡ 720.000
3	Codo y uniones termofusión	un	18,00	₡	8.500	₡ 153.000
	Llave de paso de 1" cromada, con campana	un	1,00	₡	180.000	₡ 180.000
4	Llave de paso de 3/4" cromada, con campana	un	10,00	₡	160.000	₡ 1.600.000
5	Llave de paso de 1/2" cromada, con campana	un	2,00	₡	110.000	₡ 220.000
6	Valvula flotadora de 1/2"	un	11,00	₡	70.000	₡ 770.000
	Desagüe Sanitario Industrial - Hasta PTAR					
7	Tubería de PVC de 75 mm, serie reforzada	ml	15,00	₡	45.000	₡ 675.000
8	Tubería de PVC de 200 mm, serie reforzada	ml	70,00	₡	100.000	₡ 7.000.000
9	Codo de 75 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	2,00	₡	20.000	₡ 40.000
10	Codo de 75 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	2,00	₡	20.000	₡ 40.000
11	Codo de 200 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	4,00	₡	190.000	₡ 760.000
12	Caja Sifonada 150 mm x 150 mm x 50 mm	un	2,00	₡	180.000	₡ 360.000
13	Rejilla de acero inoxidable de 150 mm x 150 mm	un	2,00	₡	20.000	₡ 40.000
14	Rejilla de piso lineal 200 mm x 600 mm, de fundición de aluminio	un	39,00	₡	250.000	₡ 9.750.000
15	Boca de desagüe de 180x20cm	un	12,00	₡	500.000	₡ 6.000.000
16	Boca de desagüe de 60x60cm	un	1,00	₡	450.000	₡ 450.000
	Desagüe pluvial					
17	Tubería de PVC de 150 mm, serie reforzada	ml	48,80	₡	75.000	₡ 3.660.000
18	Codo de 150 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	8,00	₡	40.000	₡ 320.000
19	Registro Pluvial de 60x60cm con rejilla	un	8,00	₡	350.000	₡ 2.800.000
	Artefactos					
20	Canilla de pared cromada	un	2,00	₡	50.000	₡ 100.000
21	Lavamanos de acero inoxidable con canilla	un	2,00	₡	350.000	₡ 700.000
22	Rociadores tipo sprinkler	un	3,00	₡	80.000	₡ 240.000
	Accesorios					
23	Bateas de Hormigon Prefabricado 2,30 x 0,60	un	10,00	₡	1.000.000	₡ 10.000.000
24	Bascula pesa ganados capacidad max. 1300 kg.	un	1,00	₡	20.000.000	₡ 20.000.000
O	Proteccion contra incendio					
	Detección					
1	Detector humo-calor	un	10,00	₡	130.000	₡ 1.300.000
2	Pulsador Manual Compuesto	un	1,00	₡	40.000	₡ 40.000
3	Alarma Audio Visual	un	1,00	₡	120.000	₡ 120.000
	Combate					
4	Boca de incendio siamesa	un	1,00	₡	1.600.000	₡ 1.600.000
5	Extintor A-B-F (5 kg)	un	1,00	₡	1.600.000	₡ 1.600.000
P	Limpieza final					
1	Limpieza final	gl	1,00	₡	2.000.000	₡ 2.000.000
				Total:		₡ 1.092.380.615

Planilla de Computo Métrico y Presupuesto

Proyecto: Planta De Faena Municipal De La Ciudad De Coronel Oviedo		Propietario: Municipalidad de Coronel Oviedo			
Localidad: Coronel Oviedo		Departamento: Caaguazú			
Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).					
ITEMS	DESCRIPCION	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
A	Preparación de la obra				
1	Replanteo y marcación de obra	m²	720,00	G 9.000	G 6.480.000
B	Cámara de Aquietamiento				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	1,60	G 2.700.000	G 4.320.000
C	Cámara de Rejas				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	3,68	G 2.700.000	G 9.936.000
2	Rejilla de acero 13 barras de 1cm	un	1,00	G 750.000	G 750.000
3	Rejilla de acero 10 barras de 2" 1/2"	un	2,00	G 1.200.000	G 2.400.000
4	Solera de Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	0,11	G 2.700.000	G 297.000
5	Canasta metálica	un	1,00	G 500.000	G 500.000
D	Desengrasador				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	3,58	G 2.700.000	G 9.666.000
E	Aforador Parshall y Registro de Salida				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	0,27	G 2.700.000	G 729.000
2	Aforador Parshall con garganta de 1"	un	1,00	G 6.000.000	G 6.000.000
F	Movimiento de Suelo				
1	Excavación	m3	17,26	G 60.000	G 1.035.600
G	RAFA 1				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	14,52	G 2.700.000	G 39.204.000
2	Escotilla de Inspección	un	3,00	G 350.000	G 1.050.000
3	Tubería de alimentación 3", PVC con anillo DN.	ml	20,00	G 60.000	G 1.200.000
4	Dados de H° 10cmx10cmx10cm	un	12,00	G 20.000	G 240.000
5	Excavación	m3	83,46	G 60.000	G 5.007.600
6	Cañería de 70 mm, PVC con anillo DN	ml	1,43	G 50.000	G 71.500
H	RAFA 2				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	14,52	G 2.700.000	G 39.204.000
2	Escotilla de Inspección	un	3,00	G 350.000	G 1.050.000
3	Tubería de alimentación 3", PVC con anillo DN.	ml	20,00	G 60.000	G 1.200.000
4	Dados de H° 10cmx10cmx10cm	un	12,00	G 20.000	G 240.000
5	Excavación	m3	83,46	G 60.000	G 5.007.600
6	Cañería de 70 mm, PVC con anillo DN	ml	1,43	G 50.000	G 71.500
I	FAFA				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	77,67	G 2.700.000	G 209.709.000
2	Excavación	m3	428,90	G 60.000	G 25.734.000
3	Cañería de 180 mm, PVC con anillo DN	ml	12,11	G 85.000	G 1.029.350
4	Cañería de 300 mm, PVC con anillo DN	ml	43,85	G 300.000	G 13.155.000
5	Codo 90° 300mm	un	7,00	G 150.000	G 1.050.000

J CÁMARA DE CONTACTO CLORADOR						
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	16,35	₡	2.700.000	₡ 44.145.000
2	Excavación	m3	254,44	₡	60.000	₡ 15.266.400
3	Aforador Parshall	un	1,00	₡	15.000.000	₡ 15.000.000
4	Mamparas de mampostería de 20cm	m2	66,00	₡	150.000	₡ 9.900.000
5	Válvula exclusiva	un	1,00	₡	850.000	₡ 850.000
6	Tubería de limpieza 50mm	m	10,00	₡	32.000	₡ 320.000
K CASA QUÍMICA						
1	Tanque de Fibra de Vidrio 10.000 litros	un	2,00	₡	8.000.000	₡ 16.000.000
2	Bomba dosificadora	un	1,00	₡	2.000.000	₡ 2.000.000
3	Instalación eléctrica	gl	1,00	₡	10.000.000	₡ 10.000.000
4	Mampostería de ladrillo común 0,30m	m2	35,54	₡	220.000	₡ 7.818.800
5	Ladrillo convocó	m2	3,54	₡	150.000	₡ 531.000
6	Puerta doble hoja 1,60mx2,10m	un	1,00	₡	1.800.000	₡ 1.800.000
7	Techo de isopanel	m2	28,40	₡	350.000	₡ 9.940.000
8	Escalera de mampostería revocado huella=30cm contrahuella=15cm	gl	1,00	₡	2.000.000	₡ 2.000.000
9	Revoque interior y exterior	m2	35,54	₡	40.000	₡ 1.421.600
10	Fundación de PBC0.40mx0.40m	m3	2,60	₡	550.000	₡ 1.430.000
11	Viga de Fundación de H°A° 20cmx25cm	m3	0,81	₡	2.700.000	₡ 2.187.000
12	Contrapiso de cascotes e=10cm	m2	18,54	₡	44.000	₡ 815.760
13	Losa de H°A° e=20cm	m2	18,54	₡	550.000	₡ 10.197.000
14	Pilares de H°A°	m3	0,45	₡	2.700.000	₡ 1.215.000
15	Pintura	m2	17,77	₡	40.000	₡ 710.800
L LECHO DE SECADO						
1	Mampostería de ladrillo común 0,15 m	m2	84,00	₡	120.000	₡ 10.080.000
2	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	18,51	₡	2.700.000	₡ 49.977.000
3	Grava	m3	50,40	₡	100.000	₡ 5.040.000
4	Cañería de 100mm	m	24,00	₡	65.000	₡ 1.560.000
M Limpieza final						
1	Limpieza final	gl	1,00	₡	2.500.000	₡ 2.500.000
					Total:	₡ 609.042.510

Planilla de Computo Métrico y Presupuesto

Proyecto: Planta De Faena Municipal De La Ciudad De Coronel Oviedo			Propietario: Municipalidad de Coronel Oviedo		
Localidad: Coronel Oviedo			Departamento: Caaguazú		
Obras Exteriores.					
ITEMS	DESCRIPCION	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
A	Preparación de la obra				
1	Replanteo y marcación de obra	m²	3.115,00	G 9.000	G 28.035.000
B	Cercado perimetral				
1	Cercado perimetral de 2 mts de altura de tejidos de alambre, con postes de hormigon y alambres de pua en la parte superior, cimientto de PBC y mamposteria de nivelacion 0,15 cm.	ml	432,00	G 280.000	G 120.960.000
C	Pisos				
1	Pavimento tipo empedrado	m²	3.115,00	G 150.000	G 467.250.000
D	Carpinteria metalica				
1	Portones de acceso y salida de caños metalicos de correr, incluye pintura.	m²	48,00	G 500.000	G 24.000.000
E	Instalación eléctrica				
1	Provisión y montaje de Alumbrado Público tipo LED de 200 W con panel solar	un	51,00	G 600.000	G 30.600.000
2	Provisión y montaje de poste de H°A° 9/150	un	29,00	G 1.000.000	G 29.000.000
3	Provisión y montaje de Transformador tipo ANDE de 75 kVA con todos los accesorios	un	1,00	G 22.400.000	G 22.400.000
4	Provisión y montaje de Generador de Emergencia de 75 kVA	un	1,00	G 73.500.000	G 73.500.000
5	Montaje del CCM	un	1,00	G 5.000.000	G 5.000.000
F	Instalación sanitaria				
	Instalacion de Agua Corriente				
1	Bomba de agua centrifuga 2 HP	un	1,00	G 3.475.000	G 3.475.000
	Conduccion de efluente PTAR				
1	Registro de inspeccion 60x60 cm con rejilla	un	6,00	G 400.000	G 2.400.000
2	Caños de 200 mm PVC reforzado.	ml	33,00	G 100.000	G 3.300.000
	Desagüe pluvial				
3	Canaleta de H° de 1,20x0,80 mts. Con tapa de H°A°.	ml	155,00	G 650.000	G 100.750.000
4	Bocas de tormenta metalicos.	un	20,00	G 380.000	G 7.600.000
	PCI				
3	Reservorio 15000 litros	gl	1,00	G 40.000.000	G 40.000.000
G	Vivienda de cuidador				
1	Vivienda basica para cuidador del complejo.	m²	80,00	G 1.500.000	G 120.000.000
H	Limpieza final				
1	Limpieza final	gl	1,00	G 2.000.000	G 2.000.000
				Total:	G 1.076.795.000

Planilla de Computo Métrico y Presupuesto

Proyecto: Planta De Faena Municipal De La Ciudad De Coronel Oviedo		Propietario: Municipalidad de Coronel Oviedo			
Localidad: Coronel Oviedo		Departamento: Caaguazú			
Equipamientos industriales.					
ITEMS	DESCRIPCION	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
A	Equipamientos industriales basicos.				
1	Cajon de noqueo, acero al carbono con sus accesorios	gl	1,00	₡ 100.000.000	₡ 100.000.000
2	Sistema de carrileria aerea, con todos sus accesorios.	ml	146,00	₡ 2.000.000	₡ 292.000.000
3	Plataformas neumaticas elevadora de acero galvanizado	un	1,00	₡ 80.000.000	₡ 80.000.000
4	Plataformas fijas de acero galvanizado	un	8,00	₡ 25.000.000	₡ 200.000.000
5	Cuba de sangrado de acero inoxidable	un	1,00	₡ 10.000.000	₡ 10.000.000
6	Lavamanos de acero inoxidable con pedal de accionamiento	un	4,00	₡ 8.000.000	₡ 32.000.000
7	Lavamanos de acero inoxidable con canilla.	un	19,00	₡ 2.500.000	₡ 47.500.000
8	Mesada de acero inoxidable con bachas profundas	m2	28,52	₡ 2.000.000	₡ 57.040.000
9	Cizalla de corte de cuernos y patas	un	1,00	₡ 5.000.000	₡ 5.000.000
10	Sierra de corte de estemon	un	1,00	₡ 15.000.000	₡ 15.000.000
11	Otros equipamientos.	gl	1,00	₡ 600.000.000	₡ 600.000.000
				Total:	₡ 1.438.540.000