
RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PRELIMINAR

PROYECTO: ENTUBAMIENTO DE CAUCE HÍDRICO

PROPONENTE: Marcelo Rubén Sosa Gustale

C.i.: 858803

DATOS DE LA PROPIEDAD: Finca 2894 Nro. Cta. Cte. Ctral 27-588-01

UBICACIÓN: Mariano Roque Alonso - Central

COORDENADAS: UTM 84 zona 21 S 445105,24 mE 7213800,08 mS



EMPRESA CONSULTORA

CONSULTORA AMBIENTAL DEL PARAGUAY SOCIEDAD ANÓNIMA

(CAPY S.A.)

CTCA E-173

EQUIPO CONSULTOR

Consultor líder: Ing. Amb. María Sofía Ayala Maubett CTCA I-353

Octubre - 2024

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	64
2. OBJETIVOS	66
2.1. OBJETIVO GENERAL	66
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	66
3. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	67
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	68
4.1. ANTECEDENTES	68
4.1.1. TECNOLOGÍAS Y PROCESOS APLICADOS A LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	70
4.2. ÁREA DE ESTUDIO	100
4.2.1. ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)	100
4.2.2. ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)	101
4.3. USOS DE LA PROPIEDAD	102
5. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO	103
5.1. MEDIO FÍSICO	103
5.2. ASPECTO FÍSICO	103
5.2.1. OROGRAFÍA	103
5.2.2. HIDROGRAFÍA	103
5.2.3. CLIMA	104
5.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO	104
5.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	104
5.3.2. GEOGRAFÍA	104
5.3.3. ECONOMÍA	105
5.3.4. DEMOGRAFÍA	105
6. CONSIDERACIONES LEGISLATIVAS Y NORMATIVAS	106

7.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL PROYECTO	109
7.1.	OBJETIVO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	109
7.2.	PROGRAMA DEL PGAS	109
7.2.1.	PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	109
7.2.2.	PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.3.	PLAN DE MONITOREO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.3.1.	PROGRAMA DE AUDITORIA DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y PLAN DE CIERRE	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	113
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114

1. INTRODUCCIÓN

La dinámica de la población es un constante desafío para la conservación de ambientes naturales ya que las prácticas de producción para satisfacer la demanda de productos y servicios someten al ambiente a cambios sustanciales como la fragmentación de paisajes para realizar diversas actividades de producción.

Mariano Roque Alonso es una ciudad conocida por albergar varios centros logísticos que ha ido incrementándose con el correr de los años en respuesta a la demanda de servicio de almacenamiento de mercaderías varias.

Toda actividad implica ciertos efectos negativos sobre el medio ambiente; sin embargo, es posible lograr un equilibrio entre la actividad humana y la protección del ambiente a través de la integración del factor ambiental dentro de un Sistema de Gestión, que promueva la sustentabilidad de las actividades.

El inmueble objeto de estudio se encuentra ubicado en el departamento de Central, distrito de Mariano Roque Alonso, y es propiedad del Sr. Marcelo Rubén Sosa Gustale, en el mismo se realiza el servicio de almacenamiento de mercaderías, dicha actividad ya se encuentra en seguimiento de la adecuación a la Ley 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental a través del Sistema de Información Ambiental (SIAM) bajo el tipo de estudio "Auditoría Ambiental" con Nro Exp. 8493/2024 cuya denominación es "CONSTRUCCIÓN DE TINGLADOS Y ALQUILER DE DEPOSITOS/NAVES INDUSTRIALES"

El predio, de 2 hectáreas 2021 m², se encuentra atravesado por un curso de agua que genera inestabilidad en el suelo. Para garantizar la continuidad del flujo hídrico, la seguridad de las infraestructuras y evitar la erosión del suelo, se propone el entubamiento del pequeño cause mediante la instalación de un tubo PEAD. Esta solución permitirá mantener la circulación normal del cauce por la propiedad

canalizando el flujo hídrico, reducir el riesgo de inundaciones y facilitar el desarrollo de las actividades proyectadas.

Debido a esto, y para dar cumplimiento a las exigencias normativas que rigen la materia, en el presente estudio se presenta el Plan de Gestión Ambiental del proyecto en el cual se identifican los impactos ambientales que podrían generar las distintas actividades del proyecto. Cada impacto identificado presenta sus respectivas medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se implementarían para disminuir los impactos ambientales negativos en caso de que se produzcan, así como también para la potenciación de aquellos impactos positivos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Cumplir con las exigencias y procedimientos establecidos en la Ley N.º 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental, y su decreto reglamentario N.º 453/13 y de esta manera establecer un correcto plan de gestión ambiental para el proyecto.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Analizar el proyecto en base al marco legal ambiental vigente a fin de orientarlo a su cumplimiento.
- Identificar las principales condiciones del medio físico, socioeconómico cultural, con sensibilidad hacia las acciones con potencial impacto negativo.
- Elaborar un "Plan de Gestión Ambiental" para los impactos negativos y medidas de potenciación de los impactos positivos, y un "Plan de Monitoreo"

3. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Cuadro 1 Datos del proyecto

Nombre del proyecto	ENTUBAMIENTO DE UN PEQUEÑO CAUCE EXISTENTE	
Proponente	Nombre:	Marcelo Rubén Sosa Gustale
	C.i.:	858803
	Tipo de persona:	Física
Datos del inmueble	Datos Catastrales:	Finca 2894 Nro. Cta. Cte. Ctral 27-588-01
	Localidad:	Remanso
	Distrito:	Mariano Roque Alonso
	Departamento:	Central
	Coordenadas UTM:	UTM 84 zona 21 S 445105,24 mE 7213800,08 mS
Superficie	Superficie total del terreno	2 hectáreas 2021 m ²
	Superficie a intervenir	759,49 m ²

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. Antecedentes

En el año 2022, mediante la plataforma SIAM y bajo el Nro. De Exp. DGCCARN 3054/2022 de fecha 28/04/2022 se ha presentado al Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible el Estudio de Impacto Ambiental con su correspondiente Relatorio de Impacto Ambiental del proyecto "CONSTRUCCIÓN DE TINGLADOS PARA ALQUILER PARA DEPÓSITOS Y NAVES INDUSTRIALES" desarrollado en la misma propiedad donde se desarrolla el proyecto en estudio.

El mismo fue evaluado y aprobado mediante Declaración DGCCARN N° 1642/2022 el 15/09/2022. En dicho documento se ha declarado que el proyecto, en la etapa de acondicionamiento del terreno, también se tiene planeado el establecimiento de canales menores para el direccionamiento de aguas, sin embargo, en el Art. 5° de dicha DIA, se menciona lo siguiente: "La presente DIA no autoriza a alterar los brotes de agua que se encuentra en la propiedad, ni desvío o encausamiento de cause hídrico superficial".

Con el objetivo de preservar la armonía entre las actividades proyectadas y el curso hídrico que atraviesa la propiedad, y así minimizar el riesgo de inundaciones y garantizar la libre circulación del agua, el proponente vuelve a plantear en el año 2023, mediante Ajuste de PGA (Exp. SIAM DGCCARN N° 3339/2023) entre otros puntos, también la construcción de drenajes y entubamiento de canales en la propiedad: formación de sistema de drenaje constituidos por canales escavanados y canales hormigonados, además; El entubamiento del canal ubicado en la parte central de la propiedad, danto continuidad al entubamiento presente fuera de la propiedad sobre mismo canal.

Debido a lo establecido en la Declaración DGCCARN N° 1642/2022 de fecha 15 de setiembre 2022, Art 5° de la declaración citada la cual no autoriza a alterar los brotes de agua que se encuentran en la propiedad, ni desvío o encausamiento de

cause hídrico superficial; Y lo mencionado por la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos que la canalización debe contemplar criterios ingenieriles basados en curvas de nivel y las dimensiones (ancho, profundidad) respetando en el proceso de limpieza, detallar también el caudal colector de los canales, respetar el perfil edafológico natural las condiciones de protección. Respecto al entubamiento del cauce hídrico se debe conocer el caudal máximo y mínimo tal que el diámetro del caño sea el adecuado. Tanto la canalización como el entubamiento ameritan la presentación de un estudio técnico específico. Por lo expuesto anteriormente, en el Art. 3 de la Resolución DGCCARN N° 101/2023 se rechaza la actividad de construcción de sistema de drenaje entubamiento de canales en la propiedad, sin embargo, en el Art. 6 se establece que el responsable deberá presentar un nuevo Estudio de Impacto Ambiental tanto para la canalización como el entubamiento ya que la misma amerita de un estudio técnico específico.

Es por ello que actualmente se presenta el informe EIA con su correspondiente RIMA, a fin de cumplir con lo establecido en la Ley 3239/07 "De los Recursos Hídricos del Paraguay" y lo resuelto en la Decl. DGCCARN N° 1642/2022 y la Res. 101/2023, también, en el presente informe se adjunta el estudio técnico específico de "Evaluación Hidrológica e Hidráulica".

La firma GAESA, empresa constructora en el rubro civil y metalúrgico, es el encargado de ofrecer los servicios de contratista durante el periodo de construcción y puesto a punto del proyecto "CONSTRUCCIÓN DE TINGLADOS PARA ALQUILER PARA DEPÓSITOS Y NAVES INDUSTRIALES Y ENTUBAMIENTO DE UN PEQUEÑO CAUCE EXISTENTE.

4.1.1. Tecnologías y Procesos aplicados a la etapa de Construcción

A los efectos del desarrollo técnico del estudio, se ha estructurado una metodología de trabajo, considerando los procesos de evaluación ambiental utilizados en proyectos similares a los que en ésta oportunidad se tratan. Como ser:

- Etapa de diseño y planificación: En esta etapa, se fue definiendo algunos temas básicos como ser: el estudio de los diseños eléctricos, de seguridad, de comunicaciones, de climatización, en donde se analizan los detalles constructivos, requerimientos y recomendaciones para el óptimo funcionamiento de todo el sistema constructivo.
- Relevamiento topográfico previo al inicio de las obras; Evaluación de obras de arte existentes en las calles; Se realizaron un conjunto de tareas de topografía que comprenden el levantamiento topográfico en el perímetro de la propiedad y a lo largo de las calles que comprende el proyecto.

El relevamiento planimétrico consiste en el levantamiento detallado y minucioso de todos los accidentes topográficos naturales y artificiales existentes dentro del área que comprende el encausamiento del cauce.

- Movimiento de suelos y constructivos; Este trabajo consistió en la remoción de suelo con materia orgánica o lodosa, que sea necesaria dentro de esa área. Cuando los trabajos se efectúan en áreas ocupadas por las modificaciones en la alineación del eje del proyecto, el desbroce se extiende hasta un máximo de 2 metros a ambos lados del referido eje, salvo los árboles y/u objetos que se determine deban permanecer.

En las zonas donde los suelos son fácilmente erosionables, estos trabajos se realizan en el ancho mínimo, compatible con la construcción de la obra, a los

efectos de mantener la mayor superficie posible, con la cubierta vegetal existente, como medio de evitar la erosión.

La vegetación afectada es aquella que representa peligro para los obreros y futuros transeúntes del tramo. El suelo vegetal sobrante será utilizado como parte de otros rubros constructivos, como por ejemplo el empastado de taludes..

- Obras Civiles e Hidráulicos; Estas actividades han involucrado la implementación de obras complementarias, tales como demolición de estructuras existentes en los lugares especificados al proyecto y la construcción edilicia que precisarán la ejecución de cimientos, paredes, encadenado de hormigón armado, colocación de estructura metálica, alcantarillas, entre otros.

Se realizó un diagnóstico de las obras de drenaje existentes en el área de influencia del tramo, estableciendo las condiciones de su funcionamiento.



Fotografías 1. Evaluación de obras de arte existentes en los caminos colindantes a la propiedad

- Servicios Básicos (Energía eléctrica y agua corriente): La energía eléctrica utilizada para el accionamiento mecánico de equipamientos correspondiente a los trabajos de construcción, como también para la iluminación interior y exterior del complejo, es suministrada en baja tensión por la ANDE.



Fotografía 2. Bajada de electricidad.

Agua corriente: El agua utilizada para duchas, baños del personal y limpieza es abastecida por la ESSAP.

Para consumo humano, la empresa abastece de bidones de agua mineral de 20 lts a todo el personal.



Fotografías 3. Medidor ESSAP y Bidones de 20 lts para el personal.

- Desechos del material, entre otros: En cuanto a residuos comunes son almacenados temporalmente en un área específica para disposición. Estos residuos son depositados en un lugar determinado como acopio provisorio. En el caso de residuos peligrosos que requieran ser dispuestos a través de empresas especializadas son almacenados adecuadamente y posteriormente retirados por aquellas que cuenten con habilitación MADES para el tratamiento de residuos especiales.

- Alcantarillas: Para el entubamiento del pequeño cauce existente, la cual consiste en la construcción de cajas de limpieza, mantenimiento con tubos de 100 cm de diámetro, además de la construcción de canal a cielo abierto con muro de protección de Hº Aº y/o mampostería de piedra bruta, con un tramo de salida de descarga a la canalización del cauce existente. De acuerdo con el estudio hidrológico e hidráulico, con el fin de evitar la erosión del terreno y la consecuente sedimentación del suelo al Rio Paraguay y sus alrededores



Fotografías 4. Canal a cielo abierto con muro de protección de Hº Aº con mampostería de piedra bruta y caja de mantenimiento de la canalización y entubado al cauce hídrico existente.

- Estudios Hidrológicos e Hidráulicos: Con el fin de determinar las estructuras de drenaje necesarias para la canalización y entubado al cauce hídrico existente y el equilibrio de su entorno, se efectuó un estudio hidrológico e hidráulico.

Se recopilaron y analizaron detalladamente las características hidrológicas del área de influencia considerando: el régimen pluvial (duración intensidad de las lluvias), y datos climáticos como temperatura, velocidad de vientos, etc.

A continuación, se adjunta el Estudio Técnico Específico de “Evaluación Hidrológica e Hidráulica” para el entubamiento construido en el predio privado de Mariano Roque Alonso, a fin de cumplir con lo establecido en la Ley Nº 3239/07 - “De los Recursos Hídricos del Paraguay

INFORME

"EVALUACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE ENTUBAMIENTO CONSTRUIDO EN PREDIO PRIVADO DE MARIANO ROQUE ALONSO"

Proyecto: "Centro Logístico La Paz" – Mariano Roque Alonso

Región Oriental–Paraguay

Objeto del Trabajo

Evaluar la capacidad hidráulica del entubamiento construido en el Centro Logístico "La Paz" para diferentes Tiempos de Retorno (TR)

Contratista: GEASA S.A

EQUIPO DE TRABAJO

Ing. Francisco Bock

Ing. Myrian Planás

RESPONSABLE

Ing. Civ. Francisco Bock

Máster en Ciencias de la Ingeniería de Recursos Hídricos

Reg. Prof. MOPC N° 2115

E-mail: fbock@hydrobock.com.py

www.hydrobock.com.py



<https://www.hydrobock.com.py>



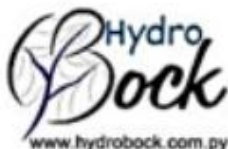
*"Evaluación hidrológica e hidráulica de entubamiento
Construido en predio privado de Mariano Roque Alonso"
Proyecto: "Centro Logístico La Paz".*

Contenido

1. Introducción.....	5
1.1. Alcance de los trabajos	5
2. Relevamiento topográfico básico	5
3. Cuenca de Aporte	7
4. Uso Actual de Suelo	8
5. Determinación de caudales máximos en base a la transformación lluvia-caudal	8
5.1. Coeficiente "C" en la cuenca	8
5.2. Intensidad de la precipitación.....	9
5.3. Tiempo de concentración	10
5.4. Hidrogramas de proyecto o de verificación de la tubería construida en el establecimiento "La Paz"	10
6. Geometría del Entubamiento construido	13
7. Resultados de la simulación hidráulica	15
7.1. Tiempo de Retorno de 5 años.....	15
7.2. Tiempo de Retorno de 10 años.....	16
7.3. Tiempo de Retorno de 15 años.....	17
8. Conclusiones	18
9. Anexos.....	20
10. Bibliografía	26

Índice de Tablas

Tabla 1: Uso actual de suelo en la cuenca de estudio	8
Tabla 2: Determinación del Coeficiente de escurrimiento ponderado de la cuenca.	9
Tabla 3: Cálculo de los hidrogramas de proyecto para la Subcuenca 01 y Subcuenca 02 para TR 5, 10 y 15 años.....	11
Tabla 4: Características geométricas de las galerías (Tuberías), longitudes, cotas y datos adicionales utilizados en el modelo hidráulico.	13
Tabla 5: Características geométricas de cada registro	13
Tabla 6: Características geométricas de la descarga	13
Tabla 7: Resultados de la simulación para los Registros. TR = 5 años.	15

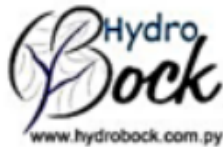


*"Evaluación hidrológica e hidráulica de entubamiento
Construido en predio privado de Mariano Roque Alonso"
Proyecto: "Centro Logístico La Paz".*

Tabla 8: Resultados de la simulación para las galerías. TR = 5 años.	15
Tabla 9: Resultados de la simulación para los Registros. TR = 10 años.	16
Tabla 10: Resultados de la simulación para las galerías. TR = 10 años.	16
Tabla 11: Resultados de la simulación para los Registros. TR = 15 años.	17
Tabla 12: Resultados de la simulación para las galerías. TR = 15 años.	17

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Encabezado de la Resolución DGCCARN N° 101/2023.	5
Ilustración 2: 1798 Puntos Levantados con GNSS RTK Topográfico de doble frecuencia.	6
Ilustración 3: Base GNSS RTK	6
Ilustración 4: Levantamiento del Primer Registro (Aguas Arriba) $\phi=1[m]$; Cota de fondo= 91.84[m] ...	6
Ilustración 5: Cuenca de aporte total estudiada y usos actuales de suelo	7
Ilustración 6: Curvas IDF para la estación de Asunción	10
Ilustración 7: Subcuencas y entubamiento a simular	11
Ilustración 8: Gráfico de los hidrogramas de proyecto para la Subcuenca 01 (TR 5, 10 y 15 años)	12
Ilustración 9: Gráfico de los hidrogramas de proyecto para la Subcuenca 02 (TR 5, 10 y 15 años)	12
Ilustración 10: Galería Receptora del entubamiento construido en el Centro Logístico La Paz.....	14
Ilustración 11: Edificaciones observadas desde la calle en el predio militar (mirando hacia el Río Paraguay)	14
Ilustración 12: Perfil Longitudinal del entubamiento construido en el Centro Logístico La Paz.	14
Ilustración 13: Perfil Longitudinal. Resultados para TR=5 años.....	15
Ilustración 14: Perfil Longitudinal. Resultados para TR=10 años.....	16
Ilustración 15: Perfil Longitudinal. Resultados para TR=15 años.....	17
Ilustración 16: Registro 01. Inicio de entubamiento.....	20
Ilustración 17: Registro 01. Inicio de entubamiento.....	20
Ilustración 18: Registro 02	21
Ilustración 19: Registro 03	21
Ilustración 20: Registro 04	22
Ilustración 21: Registro 06. Descarga.....	22
Ilustración 22: Vista interior de la galería de descarga y edificación en el predio militar.	23
Ilustración 23: Mapa de cuenca y uso actualizado de suelo.....	24



*"Evaluación hidrológica e hidráulica de entubamiento
Construido en predio privado de Mariano Roque Alonso"
Proyecto: "Centro Logístico La Paz".*

Ilustración 24: Mapa de uso actual del suelo	25
--	----

Índice de Ecuaciones.

Ecuación 1: Caudal máximo por el método racional.	8
Ecuación 2: Determinación del coef. C ponderado para toda la cuenca.	8
Ecuación 3: Ecuación de las Curvas IDF para la estación de Asunción	10
Ecuación 4: Tiempo de concentración de la cuenca (ecuación de Kirpich)	10

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presenta una evaluación hidráulica del entubamiento construido en el "Centro Logístico La Paz", y se realiza como respuesta a la Resolución DGCCARN N° 101/2023, de fecha 22 de noviembre de 2023 (Ilustración 1), en tal sentido, se solicita al contratante una evaluación de la capacidad hidráulica de la canalización construida.

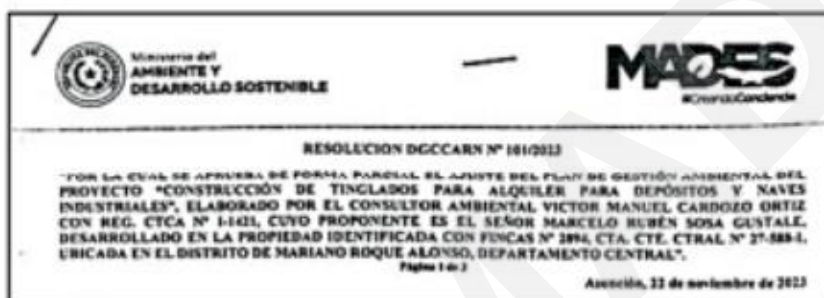


Ilustración 1: Encabezado de la Resolución DGCCARN N° 101/2023.

1.1. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

La presente evaluación se realiza sobre el entubamiento del canal central, ya construido, para la cual se han ejecutado las siguientes actividades:

- Relevamiento Topográfico Básico con GNSS RTK
- Determinación de cuenca de aporte.
- Determinación de uso de suelo mediante análisis de imágenes Satelitales (superficies permeables e impermeables)
- Determinación de coeficientes de escorrentías superficial.
- Determinación de tormentas de diseño para TR de 5, 10 y 15 años.
- Verificación hidráulica de la conducción para los caudales generados por las tormentas de diseño

2. RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO BÁSICO

Con el relevamiento topográfico se han levantado las principales características geométricas del entubamiento como ser cota de fondo de los registros de inspección, longitud de cada tramo, cota de fondo de la tubería a la entrada y la salida, cota superior del registro, diámetro de las tuberías utilizadas.

Además, se han relevado puntos en toda la cuenca, en el eje de las calles, para una precisa representación de la misma.

En total se han levantado **1798 puntos** con GNSS RTK topográfico de doble frecuencia (Ilustración 2).

En la Ilustración 2 se muestran planimétricamente todos los puntos levantados, las curvas de nivel determinadas con equidistancia de 1[m], la canalización construida y el predio militar que se encuentra aguas abajo del entubamiento construido.

4. USO ACTUAL DE SUELO

A partir de la definición del contorno de la cuenca (Ver Ilustración 5), se ha realizado una identificación de los usos de suelo actuales en la cuenca mediante la interpretación de imágenes satelitales. Los usos encontrados se muestran en la Tabla 1, con la cuantificación de la superficie de cada uso y su porcentaje respecto del total del área de la cuenca.

Tabla 1: Uso actual de suelo en la cuenca de estudio

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
asfalto	0,32	0,9%
cemento	1,16	3,4%
chapa	2,01	5,9%
empedrado	4,58	13,5%
piscina	0,01	0,0%
suelo con cobertura arbórea	9,32	27,5%
suelo con cobertura vegetal	12,48	36,9%
suelo desnudo	0,94	2,8%
teja	3,04	9,0%
TOTAL	33,86	100,0%

5. DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS EN BASE A LA TRANSFORMACIÓN LLUVIA-CAUDAL

Dado el pequeño tamaño de la cuenca (33.86 [Ha]), el método para la determinación de caudal máximo aportado por la cuenca será el método racional, aplicable para cuencas urbanas hasta superficies de cuenca de 200[Ha] (Collischonn & Dornelles, 2015)) e incluso algunos autores lo utilizan para cuencas de mayor superficie.

Ecuación 1: Caudal máximo por el método racional.

$$Q_{\max} = \frac{C_{\text{pond.}} \times i \times A}{3.6}$$

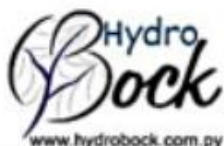
Donde $Q_{\max}$ es el caudal máximo [m³/s]; $C_{\text{pond.}}$ Es el coeficiente de escurrimiento superficial ponderado de la cuenca; i es la intensidad de precipitación en [mm/h]; y A es el área de la cuenca hidrográfica en [km²].

5.1. COEFICIENTE "C" EN LA CUENCA

El coeficiente de escurrimiento es evaluado a partir de las condiciones del suelo, y los diferentes usos del suelo en la cuenca (Tabla 1), para la obtención del coef. ponderado de la cuenca se ha utilizado la

Ecuación 2: Determinación del coef. C ponderado para toda la cuenca.

$$C = \frac{\sum_{n=1}^n C_n \times A_n}{A_{\text{total}}}$$



"Evaluación hidrológica e hidráulica de entubamiento
 Construido en predio privado de Mariano Roque Alonso"
 Proyecto: "Centro Logístico La Paz".

Donde C_u es el coef. asociado al uso de suelo; A_u es la superficie de la cuenca asociada a un determinado uso de suelo y A_{total} es el área total de la cuenca.

En la Tabla 2 se ha aplicado la Ecuación 1 para la determinación del coef. C ponderado para la cuenca, asignándoles los valores de C_u para cada uso de suelo (Materón, 1985) cuyos valores son coincidentes con otros autores (Tucci & L. da Silveira, 2012).

El coeficiente ponderado resultante para la cuenca de estudios es de " C_{pond} " 0.35. Para áreas residenciales con mucha superficie libre el valor de C de la cuenca debería estar entre 0.25 y 0.50 (Collischonn & Dornelles, 2015).

Tabla 2: Determinación del Coeficiente de escurrimiento ponderado de la cuenca.

DESCRIPCIÓN	Coef. C	SUPERFICIE (ha)	Área x C	PORCENTAJE (%)
asfalto	0.88	0.32	0.280	0.9%
cemento	0.80	1.16	0.928	3.4%
chapa	0.90	2.01	1.809	5.9%
empedrado	0.60	4.58	2.748	13.5%
piscina	0.00	0.01	-	0.0%
suelo con cobertura arbórea	0.10	9.32	0.932	27.5%
suelo con cobertura vegetal	0.20	12.48	2.496	36.9%
suelo desnudo	0.30	0.94	0.282	2.8%
teja	0.75	3.04	2.280	9.0%
TOTAL		33.86	11.755	100.0%
Coef. "C" ponderado (media de la cuenca)		0.35		

5.2. INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN

La cuenca del área de estudios se encuentra íntegramente dentro del área de influencia de las curvas Intensidad, Duración, Frecuencia (IDF) de la ciudad de Asunción. En el año 2010 se han actualizado las curvas IDF para la estación pluviométrica de la ciudad de Asunción por (Cuevas & Rolón, 2010), mostradas en la ilustración 6 obtenidas a partir de la Ecuación 3.

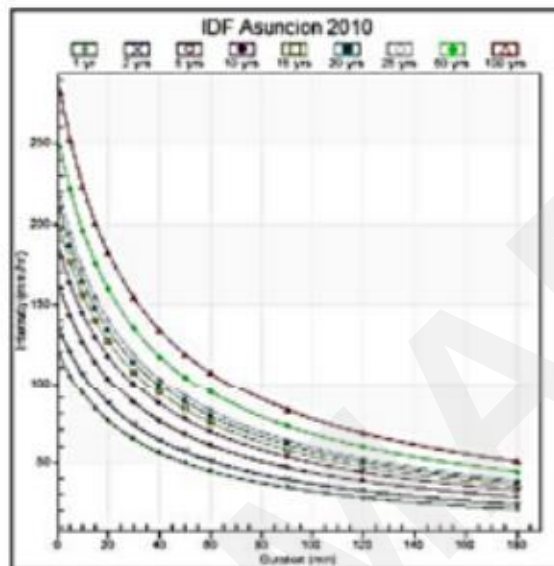


Ilustración 6: Curvas IDF para la estación de Asunción

Ecuación 3: Ecuación de las Curvas IDF para la estación de Asunción

$$i[\text{mm/h}] = \frac{C \times TR^n}{(T_c + d)^m}; \text{ con } C = 2251.92; n = 0.190355; d = 28; m = 0.876305$$

Donde C, n, d y m son constantes de la ecuación; TR es el tiempo de retorno en años y Tc es el tiempo de concentración en [min].

5.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración ha sido calculado por la ecuación de Kirpich.

Ecuación 4: Tiempo de concentración de la cuenca (ecuación de Kirpich)

$$T_c = 0.01947 \times \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde Tc es el tiempo de concentración de la cuenca en [min]; L es la longitud del flujo superficial en [m]; S es la pendiente media de la cuenca o subcuenca en [m/m].

5.4. HIDROGRAMAS DE PROYECTO O DE VERIFICACIÓN DE LA TUBERÍA CONSTRUIDA EN EL ESTABLECIMIENTO "LA PAZ".

Para el análisis detallado del entubamiento construido se ha dividido la cuenca Ilustración 5 en dos sub-cuencas de aporte según el punto en el cual cada subcuenca incorpora el hidrograma calculado para cada tiempo de retorno en el entubamiento construido, a saber, la subcuenca 01 aporta todo su caudal al inicio del entubamiento construido en el Registro 01, y la subcuenca 02, aporta todo su caudal al final del entubamiento, en el Registro 06 (Ilustración 7).



Ilustración 7: Subcuencas y entubamiento a simular

En la Tabla 3 se muestran los parámetros obtenidos para cada subcuenca y el cálculo del caudal máximo para los tiempos de retorno de TR de 5, 10 y 15 años, los cuales se grafican en la Ilustración 8 para la subcuenca 01 y en la Ilustración 9 para la subcuenca 02.

Nótese que la duración de la precipitación adoptada para el cálculo de la intensidad es de 20[min], obteniéndose intensidades de precipitación entre 102.88 [mm/h] para TR=5 años y 126.81[mm/h] para TR=15 años.

Tabla 3: Cálculo de los hidrogramas de proyecto para la Subcuenca 01 y Subcuenca 02 para TR 5, 10 y 15 años.

CÁLCULO HIDROLÓGICO DE LOS CAUDALES DE LAS CUENCAS: Proyecto "Centro Logístico La Paz"															
Cuenca	C	A (m²)	Lc (m)	COTR S.P. (m)	COTR M.P. (m)	Qn (m³/s)	Pendiente media (‰)	Tc Región (min)	Tc Adopt. (min)	TR (años)	I Calculada (mm/h)	Factor de área (F)	Qn C (A.F. (m³/s))	tp (min)	Q (m³/s)
SUBCUENCA 01	0.35	27.45	3020	115.812	84.89	21	0.0028	17.65	20.00	5	102.88	1.00	2.79	14.00	23.38
SUBCUENCA 01	0.35	27.45	3020	115.812	84.89	21	0.0028	17.65	20.00	10	117.08	1.00	3.19	14.00	25.00
SUBCUENCA 01	0.35	27.45	3020	115.812	84.89	21	0.0028	17.65	20.00	15	126.81	1.00	3.40	14.00	25.38
SUBCUENCA 02	0.50	6.40	860	117.16	89.10	28	0.0026	13.22	20.00	5	102.88	1.00	0.80	14.00	23.38
SUBCUENCA 02	0.50	6.40	860	117.16	89.10	28	0.0026	13.22	20.00	10	117.08	1.00	1.06	14.00	23.38
SUBCUENCA 02	0.50	6.40	860	117.16	89.10	28	0.0026	13.22	20.00	15	126.81	1.00	1.14	14.00	23.38

Referencias:

C: Coeficiente de Escorrentía
 A: Área de la cuenca

Lc: Longitud del cauce principal
 TR: Tiempo de recurrencia
 Qn: Desnivel de la cuenca

Tc Adopt.: Tiempo de concentración adoptado

I CALCULADA: Intensidad de la lluvia calculada (Fórmula IDF Asunción, Tc adoptado y TR)

Q: Caudal por el método racional (Q=Cu*ICalcula)

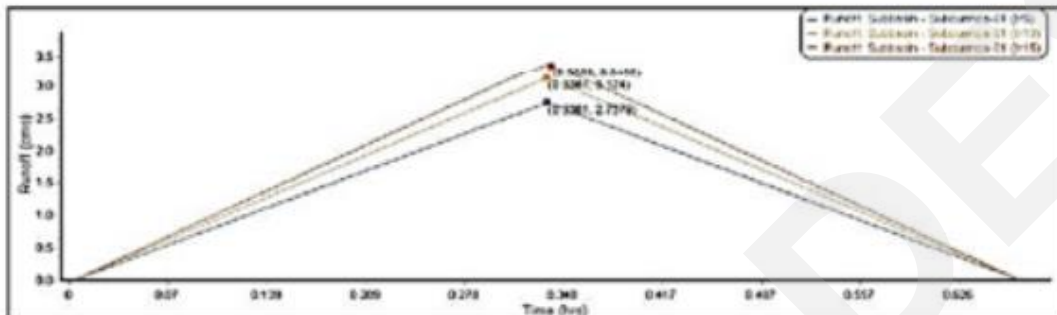


Ilustración 8: Gráfico de los hidrogramas de proyecto para la Subcuenca 01 (TR 5, 10 y 15 años)

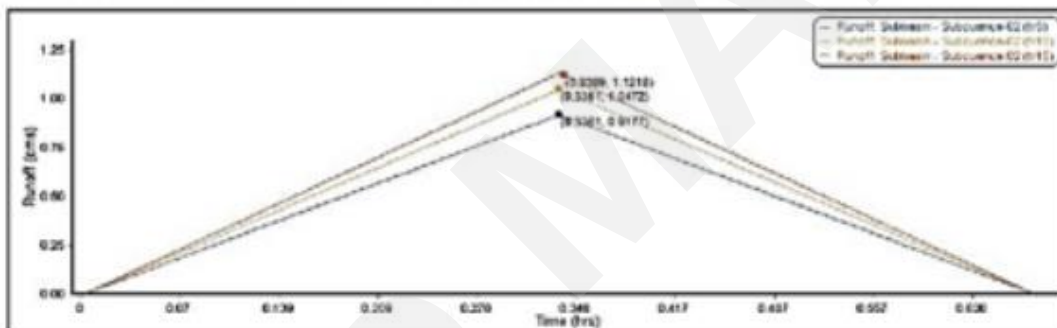


Ilustración 9: Gráfico de los hidrogramas de proyecto para la Subcuenca 02 (TR 5, 10 y 15 años)



"Evaluación hidrológica e hidráulica de entubamiento
 Construido en predio privado de Mariano Roque Alonso"
 Proyecto: "Centro Logístico La Paz".

6. GEOMETRÍA DEL ENTUBAMIENTO CONSTRUIDO

La geometría del entubamiento construido en el Centro logístico La Paz, fue levantada mediante el GNSS RTK topográfico de doble frecuencia y los diámetros de las tuberías con el empleo de cinta métrica. Los datos levantados en campo para las tuberías se listan en la Tabla 4, la geometría y ubicación de cada registro se muestran en la Tabla 5, y los datos adoptados para la descarga se muestran en la Tabla 6.

Tabla 4: Características geométricas de las galerías (Tuberías), longitudes, cotas y datos adicionales utilizados en el modelo hidráulico.

SN	Elemento	Nodo de entrada	Nodo de Salida	Longitud (m)	Cota de Entrada (m)	Cota de Salida (m)	Salto a la Salida (m)	Desnivel del tramo (m)	Pendiente (%)	Sección de la Galería	Diámetro o Altura (m)	Ancho (m)	Rugosidad de Manning	Pérdida de carga (m)	Pérdida a la Salida (m)	Caudal Inicial (m³/s)
1	Galería-01	Registro-01	Registro-02	15.93	91.84	91.06	0.35	0.75	4.7100	CIRCULAR	1.000	0.90	0.0130	0.2900	0.5000	0.00
2	Galería-02	Registro-02	Registro-03	15.80	90.77	89.93	0.13	0.86	5.4200	CIRCULAR	1.000	0.90	0.0130	0.5000	0.5000	0.00
3	Galería-03	Registro-03	Registro-04	16.02	89.78	88.92	0.07	0.86	5.3700	CIRCULAR	1.000	0.90	0.0130	0.5000	0.5000	0.00
4	Galería-04	Registro-04	Registro-05	15.94	88.85	87.94	0.03	0.91	5.7100	CIRCULAR	1.000	0.90	0.0130	0.5000	0.5000	0.00
5	Galería-05	Registro-05	Registro-06	16.64	87.93	87.40	0.33	0.53	3.0300	CIRCULAR	1.000	0.90	0.0130	0.5000	0.5000	0.00
6	Galería-06	Registro-06	Registro-07	18.11	86.89	86.90	0.03	0.30	2.9700	Rectangular	1.210	1.45	0.0150	0.5000	0.5000	0.00
7	Galería-07	Registro-07	Registro-08	78.35	84.50	84.50	0.00	2.64	2.9000	Rectangular	1.210	1.45	0.0150	0.5000	0.5000	0.00

Tabla 5: Características geométricas de cada registro

SN	Elemento	Este [m]	Norte [m]	Cota de Fondo (m)	Cota de Rasante (m)	Profundidad (m)	Cota del nivel inicial de agua (m)	Área del Registro (m²)
1	Registro-01	445205.04	7213640.65	91.84	90.24	1.60	91.84	4.70
2	Registro-02	445274.24	7213644.29	90.77	92.72	1.95	90.77	1.74
3	Registro-03	445262.30	7213654.55	89.78	91.81	2.03	89.78	1.64
4	Registro-04	445250.06	7213665.02	88.85	90.84	1.99	88.85	1.46
5	Registro-05	445238.82	7213675.47	87.93	90.03	2.12	87.93	1.64
6	Registro-06	445225.17	7213686.36	86.89	89.10	2.21	86.89	3.53

Tabla 6: Características geométricas de la descarga

SN	Elemento	Este [m]	Norte [m]	Cota de Fondo (m)	Tipo de Contorno	Nivel de Descarga [m]
1	Registro-07	445165.80	7213640.66	84.50	Pendiente Normal	84.50

En la Ilustración 10 se muestra la galería de H²A² receptora del entubamiento construido en el Centro Logístico La Paz, esta galería inicia en el Registro 06 y cruza la calle pública ingresando al predio militar de la Armada Paraguaya, sus dimensiones son 1.45[m] de ancho y 1.21 [m] de alto. Como se observa en la Ilustración 10, desde el Registro 06, no se observa luz al final de la galería y por tanto se desconoce el rumbo exacto que adopta la misma hasta su descarga en el río Paraguay. En este sentido y al no tener acceso al predio militar para levantamiento se asume que la galería continúa con la misma sección y pendiente hasta su descarga y que la descarga de la galería está suficientemente alejada para no influir en el comportamiento hidráulico del entubamiento construido por el centro logístico La Paz.

En la Ilustración 11 se muestra una vista de edificaciones observadas desde la calle en el predio militar en la dirección que adoptaría la galería de H²A² que atraviesa el predio militar.



Ilustración 10: Galería Receptora del entubamiento construido en el Centro Logístico La Paz



Ilustración 11: Edificaciones observadas desde la calle en el predio militar (mirando hacia el Rio Paraguay)

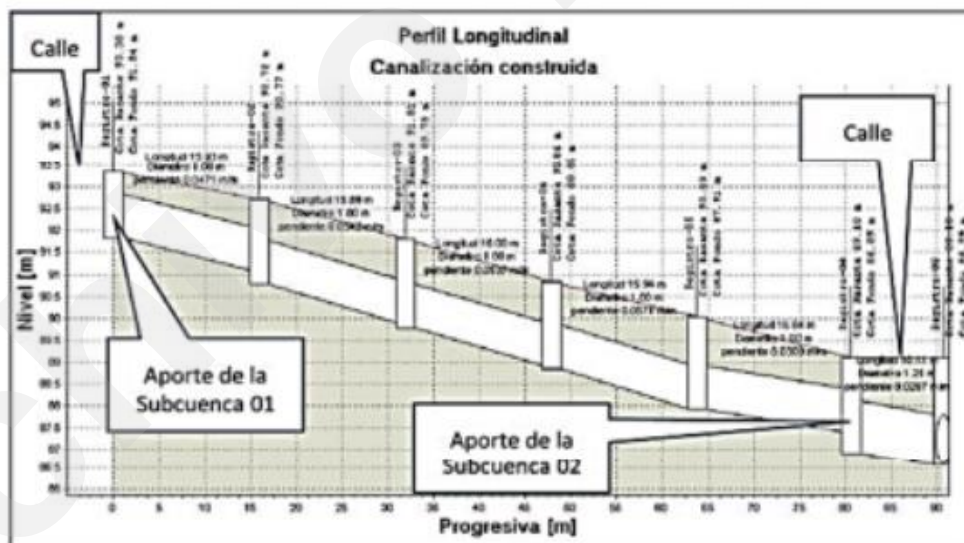


Ilustración 12: Perfil Longitudinal del entubamiento construido en el Centro Logístico La Paz.

7. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA

La simulación hidráulica (hidrodinámica) del entubamiento construido se ha realizado con el modelo EPA-SWMM.

7.1. TIEMPO DE RETORNO DE 5 AÑOS.

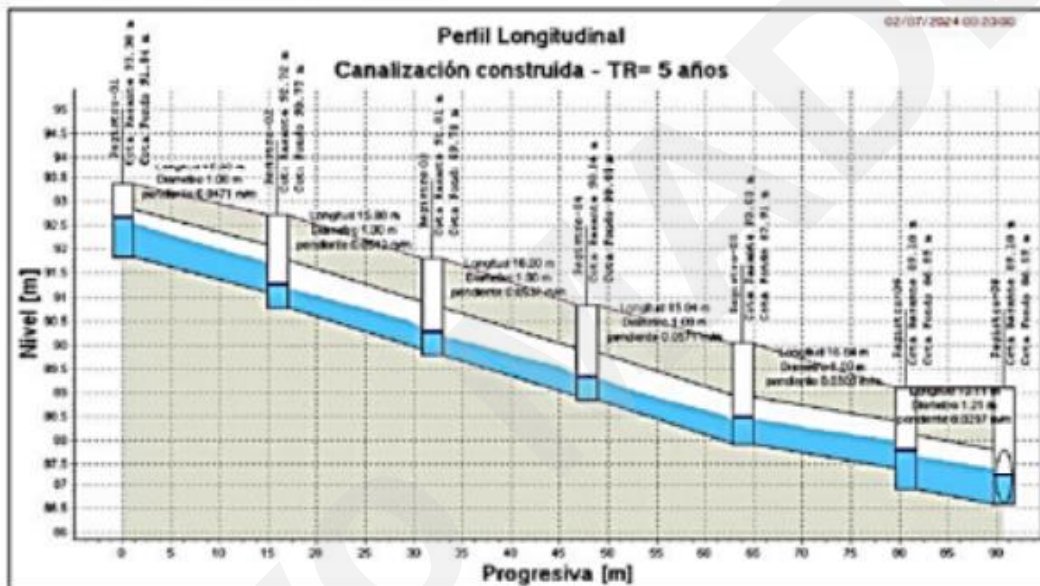


Ilustración 13: Perfil Longitudinal. Resultados para TR=5 años

Tabla 7: Resultados de la simulación para los Registros. TR = 5 años.

Resultados del modelo para los Registros para TR=5 años							
Registro ID	Registro-01	Registro-02	Registro-03	Registro-04	Registro-05	Registro-06	Registro-08
Cota Rasante (m):	93.38	92.72	91.81	90.84	90.03	89.1	89.1
Cota Fondo (m):	91.84	90.77	89.78	88.85	87.91	86.89	86.59
Cota Alcanzada por el Agua(m):	92.67	91.26	90.27	89.32	88.49	87.78	87.21
Revancha hasta Rasante (m)	0.71	1.46	1.54	1.52	1.54	1.32	1.89

Tabla 8: Resultados de la simulación para las galerías. TR = 5 años.

Resultados del modelo para las Galerías para TR=5 años						
Galería ID:	Galería-01	Galería-02	Galería-03	Galería-04	Galería-05	Galería-06
Longitud (m):	15.93	15.88	16	15.94	16.84	10.11
Diametro o Altura (m):	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21
pendiente (m/m):	0.0471	0.0542	0.0537	0.0571	0.0303	0.0297
Cota de Entrada(m):	91.84	90.77	89.78	88.85	87.91	86.89
Cota de Salida (m):	91.09	89.91	88.92	87.94	87.40	86.59
Caudal Máximo (m³/s):	2.73	2.74	2.74	2.74	2.74	3.64
Velocidad Máxima (m/s):	5.10	4.32	4.09	3.41	3.74	3.33
Profundidad Máx. En la Galería (m):	0.65	0.43	0.44	0.51	0.48	0.75

7.2. TIEMPO DE RETORNO DE 10 AÑOS

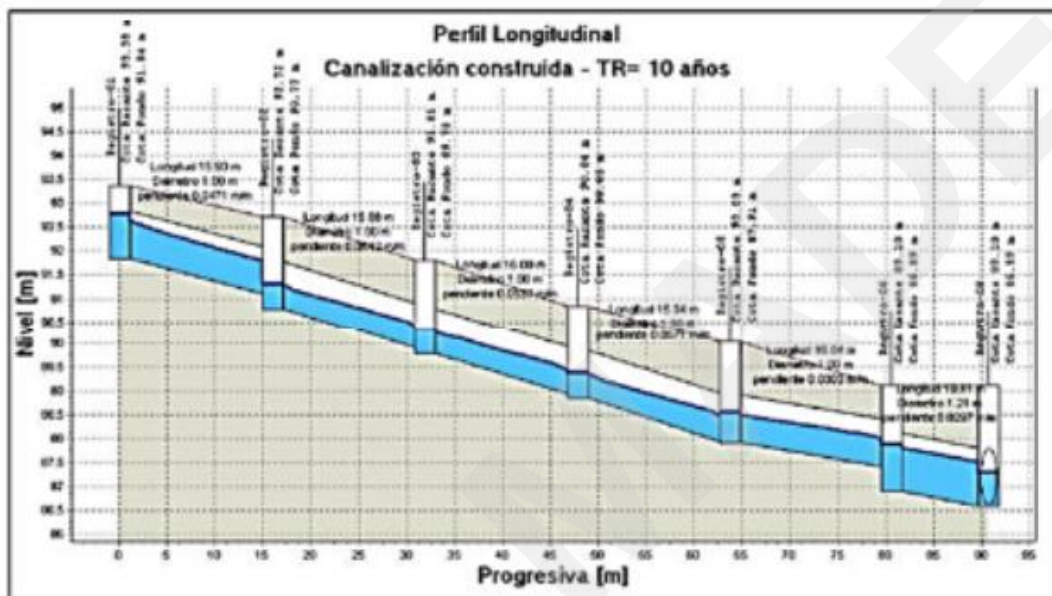


Ilustración 14: Perfil Longitudinal. Resultados para TR=10 años

Tabla 9: Resultados de la simulación para los Registros. TR = 10 años.

Resultados del modelo para los Registros para TR=10 años							
Registro ID	Registro-01	Registro-02	Registro-03	Registro-04	Registro-05	Registro-06	Registro-08
Cota Rasante (m):	93.38	92.72	91.81	90.84	90.03	89.1	89.1
Cota Fendo (m):	91.84	90.77	89.78	88.85	87.91	86.89	86.59
Cota Alcanzada por el Agua(m):	92.79	91.31	90.31	89.37	88.54	87.68	87.28
Revancha hasta Rasante (m)	0.59	1.41	1.5	1.47	1.49	1.22	1.82

Tabla 10: Resultados de la simulación para las galerías. TR = 10 años.

Resultados del modelo para las Galerías para TR=10 años						
Galería ID:	Galería-01	Galería-02	Galería-03	Galería-04	Galería-05	Galería-06
Longitud (m):	15.93	15.88	16	15.94	16.84	10.11
Diámetro o Altura (m):	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21
pendiente (m/m):	0.0471	0.0542	0.0537	0.0571	0.0303	0.0297
Cota de Entrada(m):	91.84	90.77	89.78	88.85	87.91	86.89
Cota de Salida (m):	91.09	89.91	88.92	87.94	87.4	86.59
Caudal Máximo (m³/s):	3.12	3.12	3.12	3.12	3.13	4.15
Velocidad Máxima (m/s):	5.14	4.32	4.09	3.46	3.74	3.41
Profundidad Máx. En la Galería (m):	0.72	0.47	0.49	0.56	0.55	0.84

7.3. TIEMPO DE RETORNO DE 15 AÑOS

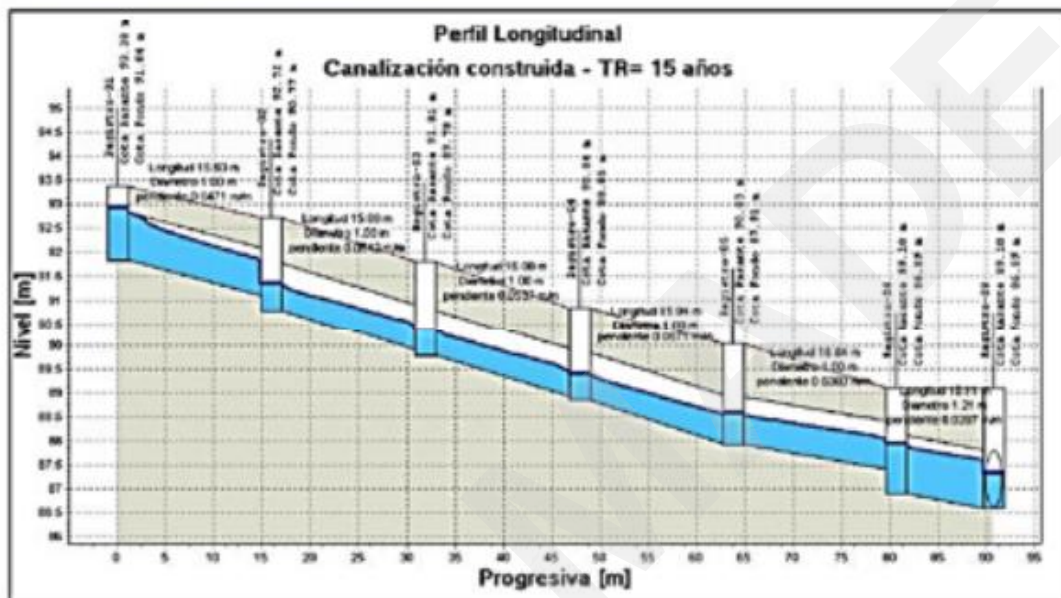


Ilustración 15: Perfil Longitudinal. Resultados para TR=15 años

Tabla 11: Resultados de la simulación para los Registros. TR = 15 años.

Resultados del modelo para los Registros para TR=15 años							
Registro ID	Registro-01	Registro-02	Registro-03	Registro-04	Registro-05	Registro-06	Registro-08
Cota Rasante (m):	93.38	92.72	91.81	90.84	90.03	89.1	89.1
Cota Fondo (m):	91.84	90.77	89.78	88.85	87.91	86.89	86.59
Cota Alcanzada por el Agua(m):	92.95	91.34	90.34	89.4	88.58	87.94	87.33
Revancha hasta Rasante (m)	0.43	1.38	1.47	1.44	1.45	1.16	1.77

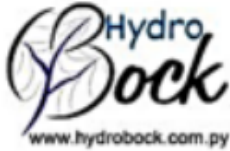
Tabla 12: Resultados de la simulación para las galerías. TR = 15 años.

Resultados del modelo para las Galerías para TR=15 años						
Galería ID:	Galería-01	Galería-02	Galería-03	Galería-04	Galería-05	Galería-06
Longitud (m):	15.93	15.88	16	15.94	16.84	10.11
Diámetro o Altura (m):	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21
pendiente (m/m):	0.0471	0.0542	0.0537	0.0571	0.0303	0.0297
Cota de Entrada(m):	91.84	90.77	89.78	88.85	87.91	86.89
Cota de Salida (m):	91.09	89.91	88.92	87.94	87.4	86.59
Caudal Máximo (m³/s):	3.36	3.36	3.37	3.37	3.37	4.48
Velocidad Máxima (m/s):	5.22	4.32	4.1	3.46	3.74	3.46
Profundidad Máx. en la Galería (m):	0.76	0.5	0.52	0.6	0.6	0.89

8. CONCLUSIONES

- Para la evaluación hidráulica del entubamiento construido en el Centro Logístico La Paz se han relevado topográficamente los registros y galerías, además, al tratarse de una cuenca de pequeña superficie, se han relevado todos los puntos de cumbre y talweg además de los ejes de todas las calles totalizando 1798 puntos GNSS RTK topográfico de doble frecuencia.
- Se ha evaluado el uso actualizado del suelo en la cuenca definida y mediante esta cuantificación de superficies para los diferentes usos se ha evaluado el coeficiente de escorrentía superficial actualizado y ponderado en la cuenca.
- Para tiempo de retorno de 5 años
 - En los registros no se ha observado que el agua sobrepase el nivel o cota de rasante en ninguno de ellos.
 - En las galerías no se verifica la entrada en carga de las galerías.
 - Las velocidades de flujo en las galerías son relativamente importantes y elevadas, alcanzando 5.10 [m/s] en el tramo inicial del entubamiento.
 - El caudal máximo esperable en el estado actual de urbanización de la cuenca es de 2.73 [m³/s] para el Registro 01 (al inicio del entubamiento) y de 3.64 [m³/s] en el Registro 06 (al final del entubamiento)
- Para tiempo de retorno de 10 años
 - En los registros no se ha observado que el agua sobrepase el nivel o cota de rasante en ninguno de ellos.
 - En las galerías no se verifica la entrada en carga de las galerías.
 - Las velocidades de flujo en las galerías son relativamente importantes y elevadas, alcanzando 5.14 [m/s] en el tramo inicial del entubamiento.
 - El caudal máximo esperable en el estado actual de urbanización de la cuenca es de 3.12 [m³/s] para el Registro 01 (al inicio del entubamiento) y de 4.15 [m³/s] en el Registro 06 (al final del entubamiento)
- Para tiempo de retorno de 15 años
 - En los registros no se ha observado que el agua sobrepase el nivel o cota de rasante en ninguno de ellos.
 - En las galerías no se verifica la entrada en carga de las galerías.
 - Las velocidades de flujo en las galerías son relativamente importantes y elevadas, alcanzando 5.22 [m/s] en el tramo inicial del entubamiento.
 - El caudal máximo esperable en el estado actual de urbanización de la cuenca es de 3.36 [m³/s] para el Registro 01 (al inicio del entubamiento) y de 4.48 [m³/s] en el Registro 06 (al final del entubamiento)

Por todo lo anterior, conforme a los análisis desarrollados para los tres periodos de retorno $TR = 5$ años, $TR = 10$ años y $TR = 15$ años, se concluye que el entubamiento construido en el centro logístico La Paz, posee la capacidad suficiente para conducir las aguas pluviales de escorrentía superficial generados en la cuenca. Por otra parte es importante poner de manifiesto que la cuenca se encuentra en pleno desarrollo urbanístico y que conforme transcurran los años la impermeabilización de la cuenca aumentará, aumentando consecuentemente la escorrentía superficial pudiendo dejar al



*"Evaluación hidrológica e hidráulica de entubamiento
Construido en predio privado de Mariano Roque Alonso"
Proyecto: "Centro Logístico La Paz".*

entubamiento construido con capacidad insuficiente para evacuar el caudal futuro generado por la cuenca, en tal sentido se recomienda dejar espacio suficiente para, en el futuro, poder duplicar la capacidad del entubamiento.

Por otra parte, se deben disponer de estructuras que permitan el ingreso seguro de las aguas a los registros, especialmente en el Registro 01, al inicio del entubamiento, y el Registro 06 (al final del entubamiento) evitando que ingresen al sistema de drenaje objetos que obstruyan parcial o totalmente y a la vez, se garantice la seguridad de las personas para no caer en ellos, debido a que las velocidades que se desarrollan en las galerías son bastante altas.

9. ANEXOS



Ilustración 16: Registro 01. Inicio de entubamiento.



Ilustración 17: Registro 01. Inicio de entubamiento.



Ilustración 18: Registro 02



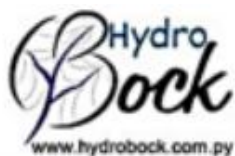
Ilustración 19: Registro 03



Ilustración 20: Registro 04



Ilustración 21: Registro 06. Descarga



"Evaluación hidrológica e hidráulica de entubamiento
Construido en predio privado de Mariano Roque Alonso"
Proyecto: "Centro Logístico La Paz".



Ilustración 22: Vista interior de la galería de descarga y edificación en el predio militar.

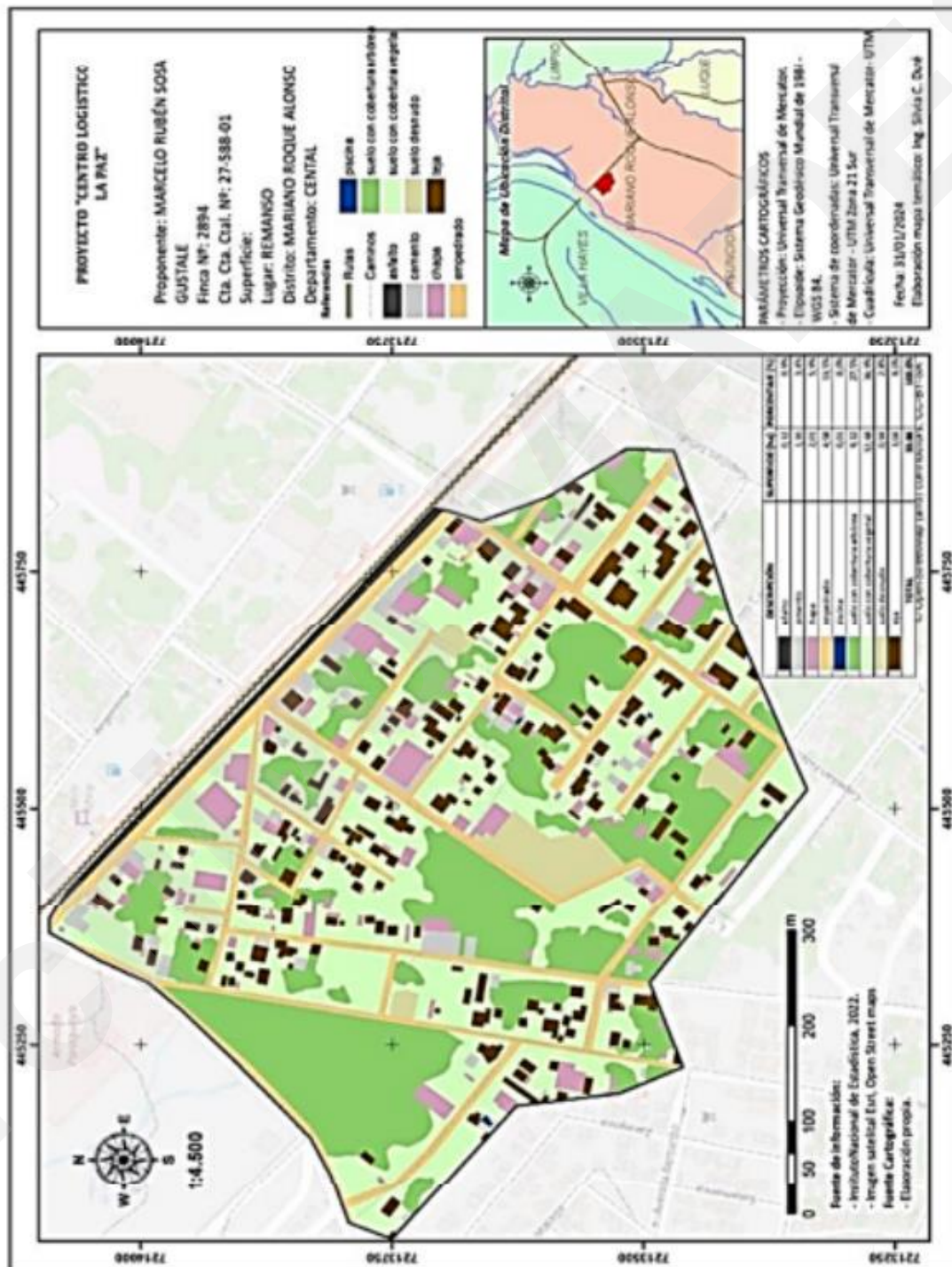
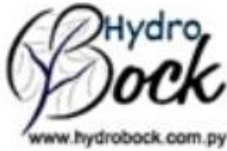


Ilustración 23: Mapa de cuenca y uso actualizado de suelo





"Evaluación hidrológica e hidráulica de entubamiento
Construido en predio privado de Mariano Roque Alonso"
Proyecto: "Centro Logístico La Paz".

10. BIBLIOGRAFÍA

- Collischonn, W., & Dornelles, F. (2015). *Hidrología para engenharia e ciências ambientais*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH).
- Cuevas, & Rolón. (2010). *Actualización de las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de Precipitación en el Paraguay*. Asunción: FIUNA.
- Días de Paiva, J. B., & Cauduro Dias de Paiva, E. M. (2016). *Hidrología Aplicada a Gestao de Pequenas Basias Hidrográficas*. Proto Alegre: ABRH.
- Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC). (2012). *CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2012*. Obtenido de dgeec: <https://www.dgeec.gov.py/microdatos/>
- López Gorostiaga, O., González Erico, E., de Llamas, P., Molinas, A., Franco, E., García, S., & Ríos, E. (1995). *Proyecto de Racionalización Del Uso De La Tierra (PRUT)*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Asunción: MAG. Retrieved from <http://www.geologiadelparaguay.com/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf>
- Materón, H. (1985). *Hidrología Basica II*. Cali: Universidad del Valle.
- Santos, I., Fill, H., Sugai, M., Buba, H., Kisi, R., Marone, E., & Lautert, L. (2001). *Hidrometría Aplicada*. Curitiba: LACTEC.
- Tucci, C. E., & L. da Silveira, A. L. (2012). *Hidrologia: ciência e aplicação* (4.ed. 4ª reimp ed.). Porto Alegre: UFRGS/ABRH.

4.2. ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto para el entubamiento de un pequeño cauce existente, se sitúa dentro del área urbana de la ciudad de Mariano Roque Alonso. En la propiedad identificada con Finca N°: 2894, Cta. Cte. Ctral. N°: 27-588-01, ubicada en la calle Paseo de Fátima, lugar denominado Remanso, en el departamento Central, que cuenta con una superficie total de 2 hectáreas 2021 m² y una superficie a invertir de 738,52 m², también se desarrolla la actividad de Alquiler de depósitos y naves industriales, la cual se encuentra en desarrollo las últimas etapas de construcción de la ampliación de depósitos. Las coordenadas UTM de ubicación son: ZONA 21J, 445105,24 mE 7213800,08 mS.

4.2.1. ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

El área de influencia directa (AID) del proyecto corresponde a la superficie donde se llevará a cabo la canalización mediante entubamiento del curso hídrico. Se pretende intervenir una superficie de 738,52 m². El cauce hídrico no se encuentra registrado en la base de datos "Hidrografías" de DGEEC 2012 e INE 2022



Figura 1. Mapa de ubicación del proyecto

4.2.2. ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

Corresponde a una superficie de 1.000 metros a la redonda, la cual corresponde al área urbana de la ciudad de Mariano Roque Alonso En la cual se encuentran viviendas, infraestructura de la Armada Paraguaya, espacios públicos (plazas), colegios, entre otros.

El distrito cuenta con servicios de energía eléctrica, agua corriente, telefonía, calles con pavimento asfáltico y empedrado, transporte público.

Cuerpos de agua, dentro del AII se encuentra el Rio Paraguay y un pequeño cauce de bajo caudal, ubicado en el sitio del proyecto. No se observan humedales.

No existen bosques en el sitio del proyecto, ya que los mismos fueron disgregados por la disposición y desarrollo del área urbana de la ciudad. Dentro del predio del proyecto se observan diversas variedades de especies arbóreas, como ser: cedro, yvyra pyta; así también se observa especies arbóreas exóticas como eucaliptos y frutales.

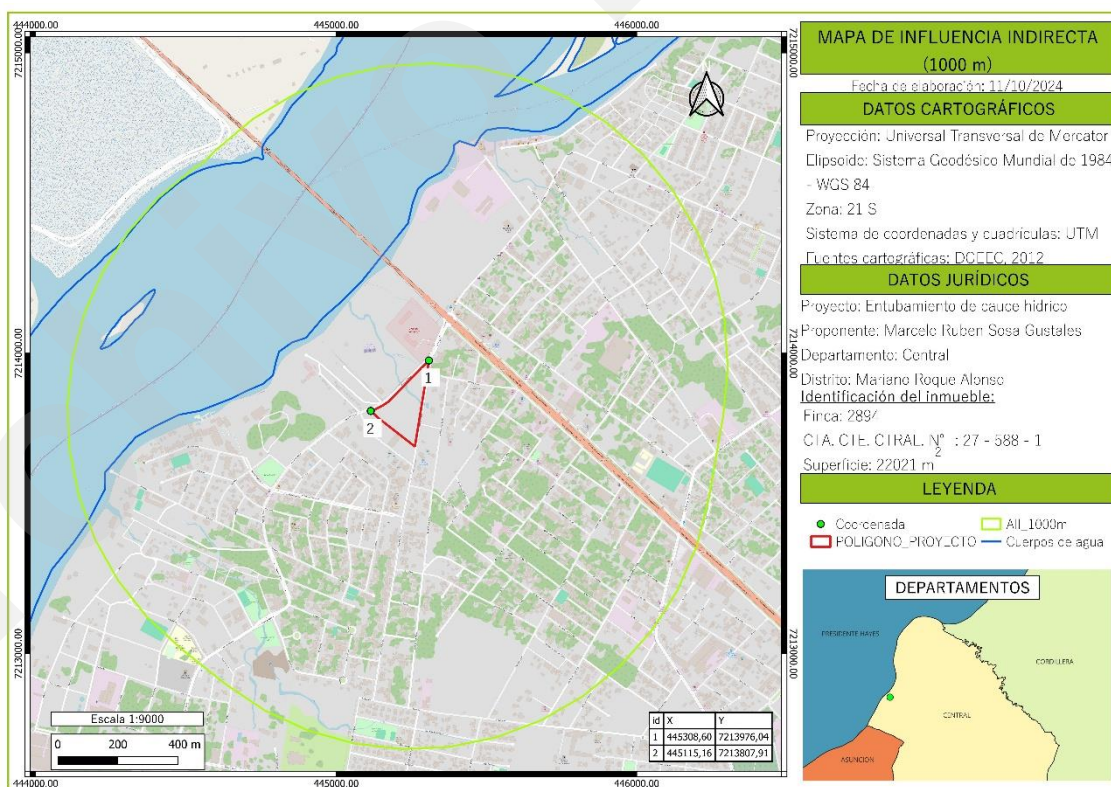


Figura 2. Mapa del Area de Influencia Indirecta 1000 metros.

4.3. USOS DE LA PROPIEDAD

La propiedad para el presente estudio cuenta con los siguientes usos:

- Canales: Corresponde a la superficie de 738,52 m² de entubamiento del pequeño cauce existente.
- Resto de propiedad: 21282,48 m² corresponde a la superficie donde se encuentra desarrollado el proyecto con Declaración DGCCARN N°1642/2022, Resolución AJU DGCCARN N° 101/2023 y Exp. SIAM actual 8439/2024 cuyo tipo de estudio corresponde a Auditoría Ambiental y Ajuste de PGA.

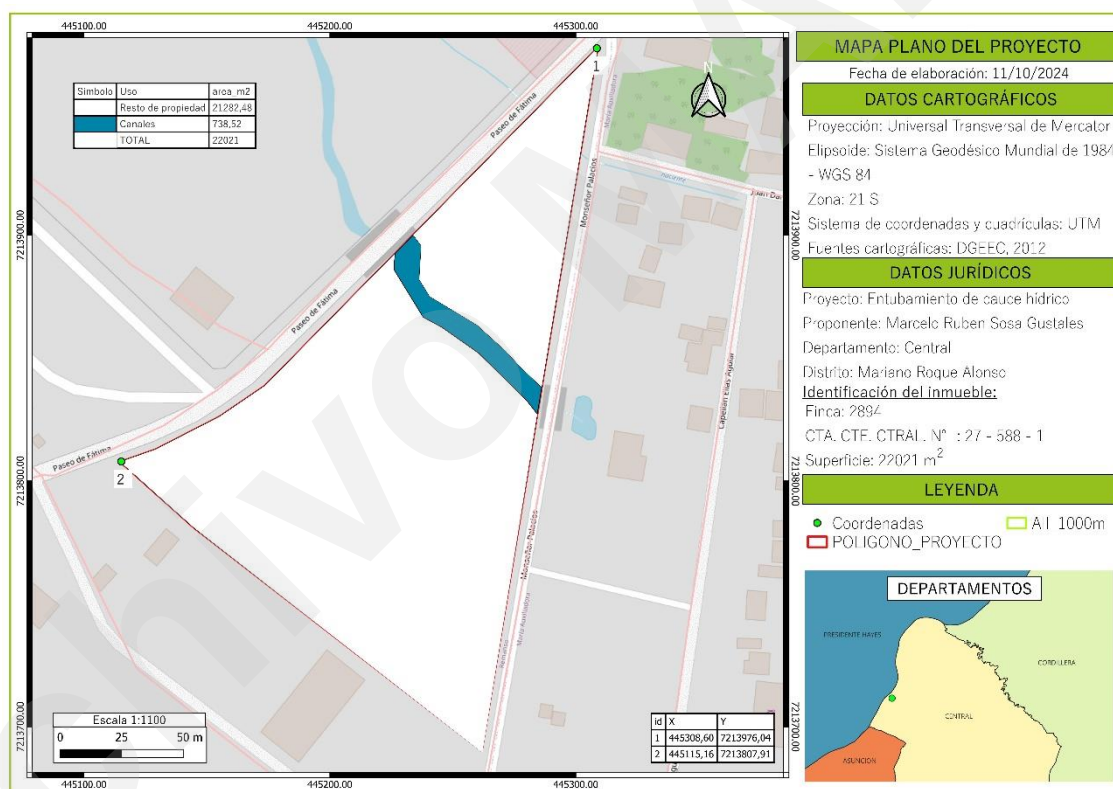


Figura 3. Mapa Plano del proyecto

5. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

5.1. Medio Físico

5.2. Aspecto Físico

Central es uno de los diecisiete departamentos que, junto con Asunción, Distrito Capital, forman la República del Paraguay. Su capital es Areguá y su ciudad más poblada, Luque. Está ubicado en el centro oeste de la región oriental del país, limitando al norte con Presidente Hayes, al este con Cordillera y Paraguarí, al sur con Ñeembucú, al suroeste con el río Paraguay que lo separa de Argentina, al oeste con Asunción, y al noroeste de nuevo con el río Paraguay que lo separa de Presidente Hayes. Con 1 866 562 habitantes en 2022, es el departamento más poblado (representando al 30% de la población del país); con 2465 km², el menos extenso y con 757 hab/km², el más densamente poblado.

5.2.1. Orografía

Las estribaciones de Yvytypanéma de la Cordillera de los Altos se encuentran en este departamento. Sus cerros más elevados son el Lambaré, Ñanduá y Arrua-í. Otros cerros de menor elevación de la zona son el Ñemby y el Cerro Patiño.

5.2.2. Hidrografía

El departamento se encuentra regado principalmente por el río Paraguay y sus afluentes: el río Salado, desagüe del lago Ypacaraí y los arroyos Yukyry, Itái, Paraí, Avaí, e Ytororó.

Los arroyos Yuquyry y Ñanduá desagüan en los esteros del Ypoá. Están ubicados en esta región del Paraguay, los lagos Ypacaraí, Ypoá y la laguna Cabral.

5.2.3. Clima

En todo el departamento predomina el clima subtropical húmedo, bordeando el clima tropical de sabana por su cercanía al bajo Chaco. Los veranos son calurosos y húmedos, y los inviernos son templados y secos. La temperatura media anual es de 24 °C, en invierno es de 15 °C y en verano de 32 °C. Suelen darse heladas en invierno, preferentemente en las zonas suburbanas o rurales del departamento.

Las precipitaciones promedian los 1400 mm anuales aproximadamente. En la temporada de calor suelen darse en forma de tormentas las precipitaciones, en el que cae una gran cantidad de agua en poco tiempo. Mientras que, en el invierno, suelen darse lluvias débiles o lloviznas, pero continuas.

5.3. Medio Socioeconómico

5.3.1. Características Generales

Mariano Roque Alonso es una ciudad paraguaya ubicada en el Departamento Central. Se originó a finales de la Guerra de la Triple Alianza y fue fundada en 1945. Es sede de la Expo Mariano R. Alonso, realizada de forma anual y es una de las ciudades con más crecimiento económico en los últimos años. El puente Remanso le conecta con la Región Occidental. Además tiene el puerto privado más grande del país que se denomina Puerto Fenix.

5.3.2. Geografía

Limita al norte con Limpio en los lugares conocidos como Paso Ñandejára y estancia Surubí'y sobre el arroyo Itay, al sur con Asunción, al este con Luque y Limpio, sirviendo como divisoria con estas ciudades el arroyo Itay y al oeste con el río Paraguay.

5.3.3. Economía

Existe gran cantidad de industrias y comercios que operan, entre las que podemos mencionar las 2 principales fábricas productoras de envases PVC del país que no sólo se dedican a abastecer el mercado interno paraguayo sino también a la exportación de sus productos. También las 5 procesadoras de alimentos son industrias de gran aporte que requieren de buena cantidad de mano de obra y 3 mataderías importantes que junto con las 3 ferias de ganado dan una imagen de una ciudad de tropero, hombres que han contribuido al desarrollo e identificado a la ciudad. En 2013 se inauguró una planta de 15 000 m² la cual corresponde a la empresa Yazaki de origen japonés, que se encuentra entre las 5 mayores fabricantes de auto-partes del mundo.

5.3.4. Demografía

Mariano Roque Alonso cuenta con un total de 85133 habitantes, de los cuales 42.043 son varones y son 43.090 mujeres, según Censo Nacional de Población y Viviendas 2022.

6. CONSIDERACIONES LEGISLATIVAS Y NORMATIVAS

La Constitución Nacional:

La Constitución Nacional del 1.992 contiene varios Artículos que guardan relación con temas ambientales. Aquellos relevantes se indican a continuación:

Artículo N° 6 – De la Calidad de Vida

Artículo N° 7 – Del derecho a un ambiente saludable.

Artículo N° 8 – De la Protección Ambiental.

Artículo N° 38 – Del Derecho a la Defensa de los Intereses Difusos.

Artículo N° 176 – De la política económica y de la promoción del desarrollo

Principales Leyes Ambientales:

Ley N° 1.561/00 – “Que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente, la Secretaría del Ambiente”

Ley N° 6.123/18 – “Que eleva al rango de ministerio a la Secretaría del Ambiente y pasa a denominarse Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible”

Ley N° 294/93 “De Evaluación de Impacto Ambiental”

Ley N° 836/80 “De Código Sanitario”

Ley N° 1.160/97 – “Código Penal”

Ley N° 213/93 “Que establece el Código del Trabajo”.

Ley N° 716/96 – “Delitos contra el medio ambiente”

Ley N° 6.676/2020 – “Que prohíbe las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques en la Región Oriental”

Ley N° 3.556/08 – “De pesca y acuicultura”

Ley N° 3239/07 “De los recursos hídricos del Paraguay”

Ley N° 96/92 “De Vida Silvestre”

Ley N° 352/94 – “De áreas silvestres protegidas”

Ley N° 6.390/20 “Que regula la emisión de ruidos”

Ley N° 3956/09 “Gestión integral de residuos sólidos en el Paraguay”

Ley N° 5.211/94 – “Calidad del Aire”

Ley N° 3.001/06 – “De valoración y retribución de los servicios ambientales”

Ley N° 5.804/2017 – “Que Establece el sistema Nacional de Prevención de Riesgos Laborales

Ley Nº 5.428/15 – “De efluentes cloacales”

Ley Nº 426/94 – “Orgánica Departamental”

Ley Nº 3966/2019 “Orgánica Municipal”

Ley 3239/07 “ De los Recursos hídricos del Paraguay”

Decretos Reglamentarios

Decreto Nº 10.579 – “Por el cual se reglamenta la Ley Nº 1.561/2.000 Que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente”

Decreto Nº 453/13 – “Por el cual se reglamenta la Ley Nº 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental”.

Decreto Nº 954/13 – “Por el cual se modifican y amplían los artículos 2º, 3º, 5º, 6º inciso e), 9º, 10, 14 y el anexo del decreto Nº 453 del 8 de octubre de 2013, por el cual se reglamenta la Ley Nº 294/1993 “De Evaluación de Impacto Ambiental” y su modificatoria, la Ley Nº 345/1994, y se deroga el decreto Nº 14.281/1996.

Decreto Nº 9.824/12 – “Por la cual se reglamenta la Ley Nº 4.241/10 De Restablecimiento de Bosques Protectores de Cauces Hídricos dentro del Territorio Nacional”

Decreto Nº 7.017/22 “Por la cual se reglamenta la Ley Nº 3239/2007 De los Recursos Hídricos del Paraguay”

Decreto N456/13 “Por la cual se reglamenta la Ley Nº294/93 y su modificatoria, la Ley Nº 345/1994, y se deroga el Decreto Nº 14.281/1996”

Decreto Nº 7391/17 “Por la cual se reglamenta la Ley 3956/2009”

Decreto Nº 9.824/12 – “Por la cual se reglamenta la Ley Nº 4.241/10 De Restablecimiento de Bosques Protectores de Cauces Hídricos dentro del Territorio Nacional”

Decreto Nº 7.017/22 “Por la cual se reglamenta la Ley Nº 3239/2007 De los Recursos Hídricos del Paraguay”.

Resoluciones

Resolución MADES Nº 470/2019 “Por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la flora silvestre nativa del Paraguay”. Resolución SEAM Nº

222/02 – “Por el cual se establece el padrón de calidad de aguas en el territorio nacional”

Resolución SEAM Nº 255/06 – “Por la cual se establece la clasificación de las aguas superficiales de la República del Paraguay”

Resolución SEAM Nº 2.194/07 – “Por la cual se establece el Registro Nacional de Recursos Hídricos, el Certificado de Disponibilidad de Recursos Hídricos, y los procedimientos para su implementación”

Resolución SEAM Nº 200/01 – “Por la cual se asignan y reglamentan las categorías de manejo; la zonificación y los usos y actividades

Resolución SEAM Nº 222/02 – “Por el cual se establece el padrón de calidad de aguas en el territorio nacional

7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL PROYECTO

ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN:

Al analizar alternativas para el proyecto propuesto, debe asumirse que las características generales del terreno y la ubicación geográfica del mismo son aptas para la realización de este tipo de obras. Se resalta que el área de localización del proyecto ofrece óptimas condiciones desde el punto de vista medioambiental, socioeconómico y cultural, considerando la disponibilidad de servicios básicos como: medios de transporte – corriente eléctrica – disponibilidad de agua, entre otros.

Está demostrado que el sitio elegido corresponde a un área ya intervenida que requiere de adecuación para poder mantener las infraestructuras y la dinámica de desarrollo de la actividad.

7.1. OBJETIVO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

El PGAS tiene como objetivo fundamental estructurar las medidas de mitigación recomendadas con el propósito de revertir, atenuar, mitigar o compensar los impactos ambientales y sociales negativos y potenciar los impactos positivos, además de proponer mecanismos eficientes para el gerenciamiento que garanticen la ejecución de las actividades previstas, buscando fortalecer las capacidades institucionales y locales para un manejo eficiente de los problemas socioambientales, propiciando la sustentabilidad del uso de los recursos naturales y del área de influencia del Proyecto.

7.2. PROGRAMA DEL PGAS

7.2.1. PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El proponente deberá establecer los siguientes lineamientos con sus objetivos, procedimientos, responsables y registros:

- Revisión de la normativa municipal/departamental que presente relación con las actividades a ser ejecutadas durante las etapas que conforman el proyecto.

- Informar y capacitar de manera apropiada a las fuerzas de trabajo para cumplir con los requerimientos del Plan referente a la disposición de materiales de desechos, la protección de la flora y la fauna, el control de erosión y otros temas ambientales que presenten relación con el proyecto.
- Establecer y mencionar las condiciones de contratación del personal con relación a las reglas de comportamiento y códigos de conducta a cumplir con respecto a los requerimientos detallados en el punto anterior.
- Orientar los métodos que se utilizarán para el uso de productos químicos contaminantes, en la limpieza y disposición de la vegetación, remoción y almacenamiento de los suelos orgánicos, disposición de los materiales de desechos, control de la erosión, restitución y revegetación de áreas degradadas, protección de cursos de aguas locales, protección de la flora y la fauna y protección de los residentes locales y próximos al sitio de Obras.
- Determinar los códigos de conducta para el relacionamiento con los grupos vulnerables que se localizan en el área de influencia directa
- Especificar los sitios para la disposición y tratamiento de la vegetación desbrozada, efluentes líquidos, materiales de desechos de construcción, residuos, como también los sitios propuestos para el almacenamiento temporario de los materiales de construcción, suelos orgánicos, la disposición de las áreas para instalaciones,
- Se dispondrá de listas de chequeo que estarán conformadas por las medidas de que deben ser cumplidas durante la ejecución de las obras, las mismas serán utilizadas como una herramienta de control y fiscalización.
- Establecer el correcto manejo de residuos sólidos, emisiones atmosféricas y efluentes cloacales/industriales considerando las etapas de generación, almacenamiento transitorio y disposición final en los sitios adecuados, programa de seguimiento y control de las condiciones de higiene y seguridad en la obra: se establecerán procedimientos y mecanismos de higiene y seguridad durante la ejecución de las obras de manera a evitar el riesgo en la seguridad del personal de la obra.

- Proveer seguridad, protección y atención a los empleados, buscando identificar, evaluar y controlar las desviaciones de los procedimientos, equipos, comportamientos y políticas, dentro de las actividades operativas, para promover y proteger la salud y el bienestar de los trabajadores, de esta manera evitar la interrupción del proceso productivo y/o la degradación del medio ambiente.
- Se deberá incluir al proyecto de señalización y las medidas de seguridad de la obra, teniendo en cuenta la normativa aplicable, de modo a garantizar la seguridad de los operarios que realizan las obras durante el periodo de ejecución, así como el mantenimiento de las condiciones de seguridad vial.

La ejecución de las obras podría generar residuos sólidos de diversos tipos. En principio, una adecuada clasificación de los residuos podrá permitir la reutilización de algunos de los materiales minimizando así, la cantidad de desechos no aprovechables y reduciendo los costos asociados con el manejo de desechos y la protección del medio ambiente.

Garantizar que las actividades propias del Obrador no afecten el ambiente (paisaje, aire, agua y suelo), las actividades económicas y sociales y la calidad de vida de los residentes locales.

El predio del obrador de fácil desmantelamiento deberá estar debidamente delimitado con cerco perimetral y con las medidas de seguridad correspondientes.

Realizar el retiro de residuos de construcción mediante contenedores.

Asegurar el correcto flujo de corriente del curso de agua.

Una vez culminada la obra se deberá realizar limpieza en el caso que se acumulen sedimentos en el entubamiento.

Verificación de estado de entubamiento de forma periódica, detectando roturas- quiebres.

7.3. PLAN DE MONITOREO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL.

7.3.1. Programa de Auditoria de cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental y Plan de Cierre

El proponente contratará los servicios de un consultor o empresa consultora ambiental con registro en el CTCA del MADES con el fin de dar evaluar la correcta ejecución del Plan de Gestión Ambiental del Proyecto hasta el cierre del mismo, en el plazo que establezca el MADES.

8. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En el análisis y evaluación ambiental del Estudio de Impacto Ambiental preliminar de las distintas fases del proyecto, se han identificado cada acción o actividades que presumiblemente podrían causar potenciales impactos con efectos negativos. Así mismo, se han identificado las medidas de mitigación pertinentes que los responsables deberán implementar para hacer que dicha obra sea sustentable.

Igualmente, el Estudio de Impacto Ambiental considera que la aplicación en tiempo y forma del proyecto en el sitio identificado y seleccionado para operar genera también impactos con efectos positivos, específicamente en la dinamización de la economía de manera transversal a todos los rubros.

Se entiende que el Proyecto es factible de realizar desde el enfoque socio, ambiental y económico, debido a que los potenciales impactos negativos pueden ser mitigados adecuadamente con la aplicación de las medidas ambientales

Por otro lado, la conclusión del estudio hidrológico elaborado establece que:

El caudal máximo esperable en el estado actual de urbanización de la cuenca es de 3.36 m³/s para el Registro 01(al inicio del entubamiento)y de 4.48 m³/s en el Registro 06 (al final del entubamiento).

En la etapa de operación, las obras de drenajes representan impactos positivos ya que garantizan el normal escurrimiento de las aguas, evitando efectos barrera, siempre que se implementen diseños adecuados.

Por lo tanto, se concluye en base al Estudio de Impacto Ambiental que el Proyecto cuenta con mayor impacto positivo que negativo.

Observación: la empresa consultora no es responsable de la implementación del Plan de Gestión Ambiental propuesto en el presente Estudio, quedando la misma a cargo del proponente.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Plan local de Salud. Mariano Roque Alonso Periodo 2012. 2014. Municipalidad de Mariano Roque Alonso. Centro de Información y Recursos para el Desarrollo (CIRD). Obtenido de: https://www.cird.org.py/wp-content/uploads/sites/10/2018/08/Plan_Local_Mariano_R_Alonso.pdf

Resolución N° 614 /13 "POR LA CUAL SE ESTABLECEN LAS ECORREGIONES PARA LAS REGIONES ORIENTAL Y OCCIDENTAL DEL PARAGUAY". SEAM. Obtenido de: https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/07/res_seam_614-2013.pdf

Clima en el Paraguay. Análisis del comportamiento de la precipitación en el Paraguay – FPUNA. Obtenido de: <http://www.proyectoclima.com.py/inv339.html#>