

14.12. Estudio Hidrológico y Diseño Hidráulico Pluvial.

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS
CONTRATO UAL-1-01-2024

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: Marzo de 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	----------------------	-------------

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024



CONSORCIO IR-LOS SANTOS



ESTUDIO HIDROLÓGICO

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS
(Circunvalación Guarareito, Detrás de la Escuela, hacia el Cementerio
Guarareito y El Culebro).

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRÁULICO PLUVIAL PARA LA REHABILITACIÓN DE CALLES
EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	4
3.	LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL PROYECTO.....	4
4.	NORMATIVA Y CRITERIOS DE DISEÑO.....	5
5.	TOPOGRAFÍA DE REFERENCIA.....	5
6.	INVENTARIO DE OBRAS DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES.....	7
7..	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	8
7.1.	CRITERIOS Y METODOLOGÍAS UTILIZADAS.....	9
7.1.1.	TIEMPO DE RETORNO.....	9
7.1.2.	PLUVIOMETRÍA.....	9
7.1.2.1	PRECIPITACIÓN.....	13
7.1.2.1.1	CÁLCULO DE INTENSIDAD DE LLUVIA.....	14
7.1.2.2	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	15
7.1.2.2.1	CALIFORNIA CULVERTS PRACTIC.....	15
7.1.2.2.2	KIRPICH.....	15
7.1.2.2.3	RECOMENDADA POR EL MOP.....	16
7.2.	CAUDAL DE DISEÑO.....	16
7.2.1.	ÁREA DE DRENAJE.....	17
7.2.2.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	17
7.3.	DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO.....	19



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

8.	OBRAS DE DRENAJES TRANSVERSALES	20
8.1.	OBRAS DE DRENAJES TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJONES (ODT)	20
8.1.1.	CARACTERISTICAS FÍSICAS DE CUENCAS DE OBRAS DE DRENAJES TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJONES.....	21
8.1.2.	CALCULO DE TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE OBRAS DE DRENAJES TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJONES.....	21
8.1.3.	CALCULOS HIDRÁULICOS RESULTANTES PARA OBRAS DE DRENAGE TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJONES.....	23
	ANEXOS.....	25
	ANEXO I. PLANO DE CUENCAS.....	26



REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS
CONTRATO UAL-1-01-2024

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

1. INTRODUCCIÓN.

El Ministerio de Obras Públicas, tiene entre sus objetivos, realizar la Rehabilitación de las Calles en el Distrito de Los Santos con una longitud de L=39K+962.

Para tales propósitos, el Ministerio de obras Públicas adjudicó mediante el contrato N° UAL-1-01-2024 a el Consorcio IR-Los Santos, que dentro de sus alcances está el de desarrollar todos los estudios técnicos para la ejecución de la obra tales como: topografía, ingeniería geotécnica, hidráulica, hidrología, planos de construcción y especificaciones técnicas para procurar la conectividad e integridad de las redes viales y/o para la accesibilidad a los servicios básicos tales como: Centros de salud, escuelas, caminos de producción.

Dentro de los estudios pertinentes para el correcto desarrollo del proyecto, el estudio de drenaje tiene por objeto calcular y dimensionar el sistema de drenaje necesario para garantizar la evacuación de las aguas pluviales que puedan afectar la estructura del pavimento y por ende la integridad del proyecto.

Por tal razón, éste estudio abarca el comportamiento de las aguas procedente de la escorrentía entre ambas márgenes del terreno circundante (drenaje transversal).

Este estudio se divide en tres partes a considerar. La primera parte describe el sistema de drenaje existente en las calles y caminos analizados. La segunda parte evalúa las condiciones hidrológicas de la zona en estudio y la tercera es donde se aplican los criterios de diseño hidráulico para definir el sistema de drenaje transversal.



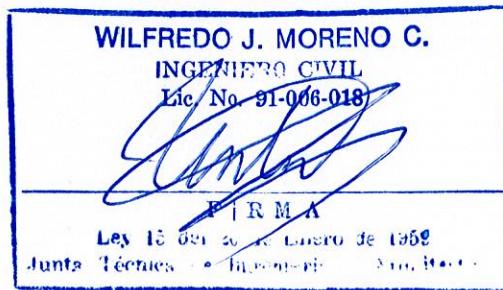
REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS
CONTRATO UAL-1-01-2024

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

2. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.

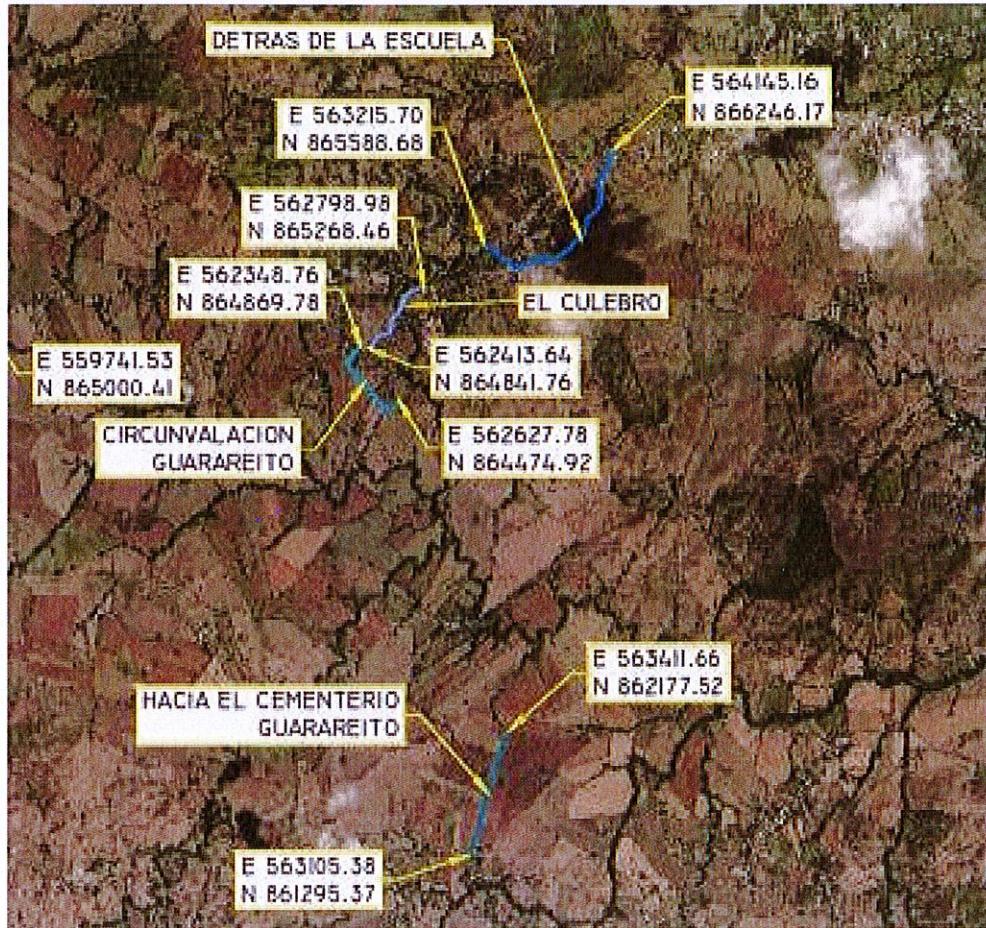
El objeto de este documento es el de describir y sustentar mediante los análisis y cálculos correspondientes, el diseño del drenaje transversal (tuberías y cajones pluviales) a ejecutar por el Consorcio IR-Los Santos, dentro de la rehabilitación de las calles y caminos que a continuación se describen:

- CAMINO DETRÁS DE LA ESCUELA
- CAMINO EL CULEBRO
- CAMINO CIRCUNVALACIÓN GUARAREITO
- CAMINO HACIA EL CEMENTERIO GUARAREITO



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

3. LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL PROYECTO



4. NORMATIVA Y CRITERIOS DE DISEÑO

La normativa de referencia para el diseño geométrico a utilizar, corresponde a la Guía AASHTO (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets), Las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción y Rehabilitación de Carreteras y Puentes del Ministerio de Obras Públicas, segunda Edición revisada 2002 y sus suplementarias aplicables, Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con Enfoque de Gestión de Riesgos y



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

Seguridad Vial, 3ra Edición, 2011, Reglamento de Diseño Estructural de la República de Panamá, Manual de Especificaciones Ambientales del Ministerio de Obras Públicas, Edición de abril de 2021, Compendio de Leyes y Derechos para la Protección del Medio Ambiente y Otras Disposiciones Aplicables, Manual de Procedimientos para tramitar Permisos y Normas para la ejecución de trabajos en las Servidumbres Públicas de la República de Panamá y Manual de Requisitos para la Revisión de Planos, Tercera edición abril 2021.

5. TOPOGRAFÍA DE REFERENCIA

La topografía de estos caminos que recorren el Corregimiento Las Cruces del Distrito de Los Santos, se pueden describir que son completamente planas con pequeñas y suaves pendientes a lo largo de su trayectoria.

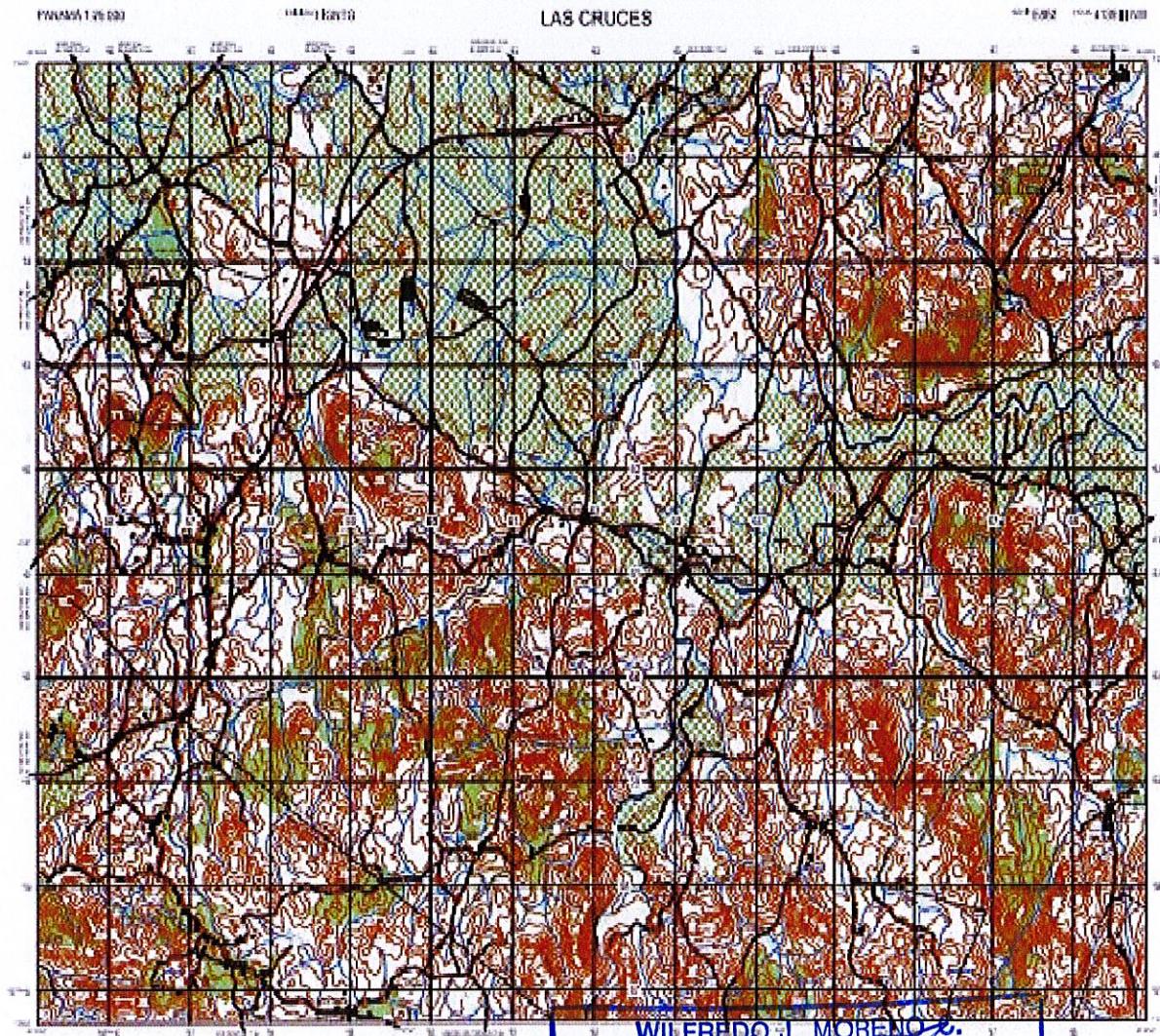
Para mayor referencia de la topografía se consultó con los mosaicos geográficos del Instituto Geográfico Tommy Guardia que nos permitió manejar con más detalle la determinación de las cuencas y poder acceder a mayor información de tipo general de la topografía.



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

TABLA 1. MOSAICOS DE REFERENCIA

MOSAICO	ID DE REFERENCIA
LAS CRUCES	4139 III NW



WILFREDO J. MORENO C.

INGENIERO CIVIL

Lic. No. 91-006-018

FIRMA

Ley 10 de enero de 1969

Junta Técnica de Ingeniería Arquitectura

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

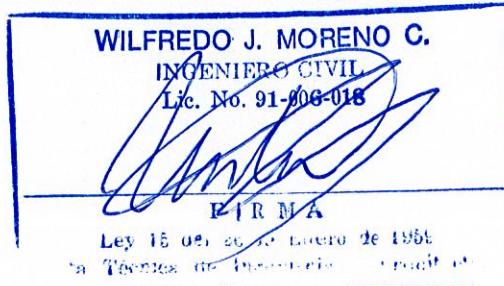
6.0 INVENTARIO DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

Como un procedimiento inicial para el diseño y dimensionamiento del sistema de drenaje se ejecutó una evaluación de campo con el objetivo de analizar las condiciones de las calles y detectar los puntos donde se necesita mejorar el drenaje por falta de capacidad hidráulica de la estructura existente. Se referencia sobre el terreno y se plasma su situación en plantas generales, describiendo sus características geométricas, constructivas y su condición actual, de forma tal que quedan suficientemente definidas para evaluar su capacidad hidráulica o las características de su posible ampliación.

En los puntos de las calles objeto de este estudio de drenaje se encontraron las siguientes obras de drenaje transversal existentes que se describe en la tabla 1.

TABLA 1. INVENTARIO DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL EXISTENTES

CAMINO	ESTACIÓN	DIÁMETRO	LONGITUD	DETALLE
EL CULEBRO	0K+000.00	0.90	9.60	TRANSVERSAL
	0K+270.00	0.45	6.40	VADO DE 4 LÍNEAS
	0K+614.00	0.45	4.80	TRANSVERSAL
CIRCUNVALACIÓN GUARAREITO	0K+002.00	0.60	7.20	TRANSVERSAL
	0K+698.00	0.45	7.20	TRANSVERSAL
CEMENTERIO DE GUARAREITO	0K+005.00	0.45	7.20	TRANSVERSAL
DETRÁS DE LA ESCUELA	0K+000.00	0.45	6.00	TRANSVERSAL
	0K+200.00	0.60	6.00	TRANSVERSAL, DOBLE
	1K+495.00	0.75	6.00	TRANSVERSAL, DOBLE



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.0 ESTUDIO HIDROLÓGICO

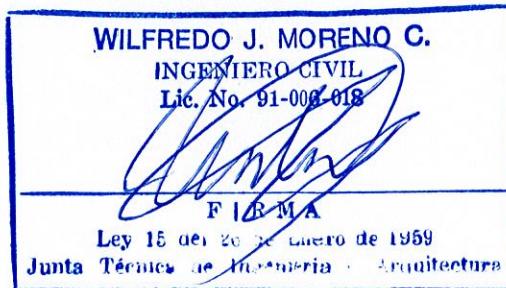
El propósito de la presente sección es el de resumir los criterios de diseño hidrológico/hidráulico que serán implementados en el proyecto de Rehabilitación de las Calles del Distrito de Los Santos, como parte del diseño de las obras de drenaje transversal. Un adecuado diseño de drenaje relacionado con la precipitación pluvial extrema es esencial para garantizar un nivel de seguridad operativo de las estructuras.

El diseño de las obras de drenaje superficial es un componente crítico para el sistema vial y más aún para una canalización artificial de la escorrentía. Seguidamente se detallan los criterios en relación a los siguientes aspectos de diseño:

- Selección del período de retorno de la Tormenta de Diseño.
- Estimación del Caudal de Diseño.
- Criterios Hidráulicos para las obras de drenaje.

Para análisis, estudio e implementación del sistema de drenaje fueron evaluados los siguientes parámetros:

- Disposición de las obras de drenaje.
- Información Hidrológica.
- Parámetros Morfológicos y características de las cuencas de drenaje.
- Identificación de cauces de drenaje y su incidencia en las obras con base en la topografía existente.



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.1 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS UTILIZADOS

7.1.1 TIEMPO DE RETORNO

La decisión de diseño más importante relacionada con obras de drenaje corresponde a la selección del período de retorno de los eventos de diseño. Una consideración normalmente utilizada está relacionada con el proceso de verificación del diseño para las obras de drenaje es el uso de un evento de menor frecuencia que el recomendado (tormenta de mayor magnitud). Siguiendo las normas contenidas dentro del pliego de cargos, los períodos de recurrencia que serán utilizados se presentan en la tabla # 2.

**TABLA # 2. CONDICIONES DE PERÍODO DE RETORNO SEGÚN
ESTRUCTURA**

TIPO DE ESTRUCTURA	PERÍODO DE RETORNO
Alcantarillas tubulares pluviales, aliviaderos y cunetas	1:20 años
Cajones pluviales, cauces de ríos y quebradas	1:50 años
Puentes o Superestructuras	1:100 años

7.1.2 PLUVIOMETRÍA

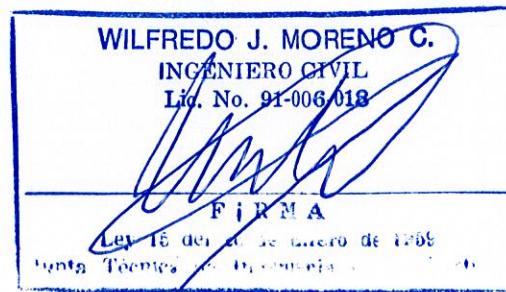
En este estudio, las intensidades de lluvias se han obtenido de las formulaciones contenidas en Manual de Aprobación de Planos del MOP, tercera edición de abril de 2021, las cuales fueron elaboradas por estudiantes de la Universidad Tecnológica de Panamá y asesorado por el Ing. Erick Vallester, realizadas en el 2015 y quienes desarrollaron las ecuaciones de intensidad-duración y frecuencia para 10 cuencas hidrográficas de la República de Panamá.



REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS
CONTRATO UAL-1-01-2024

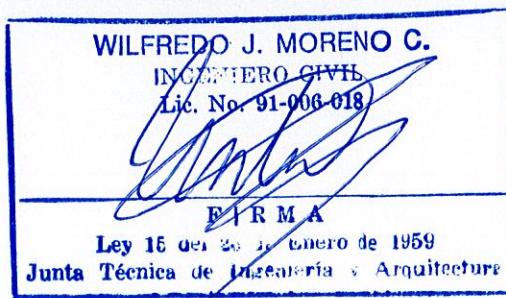
CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

De la recopilación de datos de precipitación pluvial en las diferentes estaciones meteorológicas que se ubican en las cuencas estudiadas, se obtuvieron curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia, para períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 30, 50 y 100 años. Las curvas que utilizaremos en nuestros análisis son para períodos de retorno de 20 Y 50 años (tubos y cajones pluviales). A continuación, se muestra la cuenca número 128 (Río La Villa), donde se encuentran ubicados las calles en estudio, y la curva de intensidad-duración y frecuencia de la cuenca 134 del Río Grande (se utilizarán los datos de esta por ser la más cercana al área donde se realiza el estudio), para todas las calles contenidas en este estudio de drenaje.



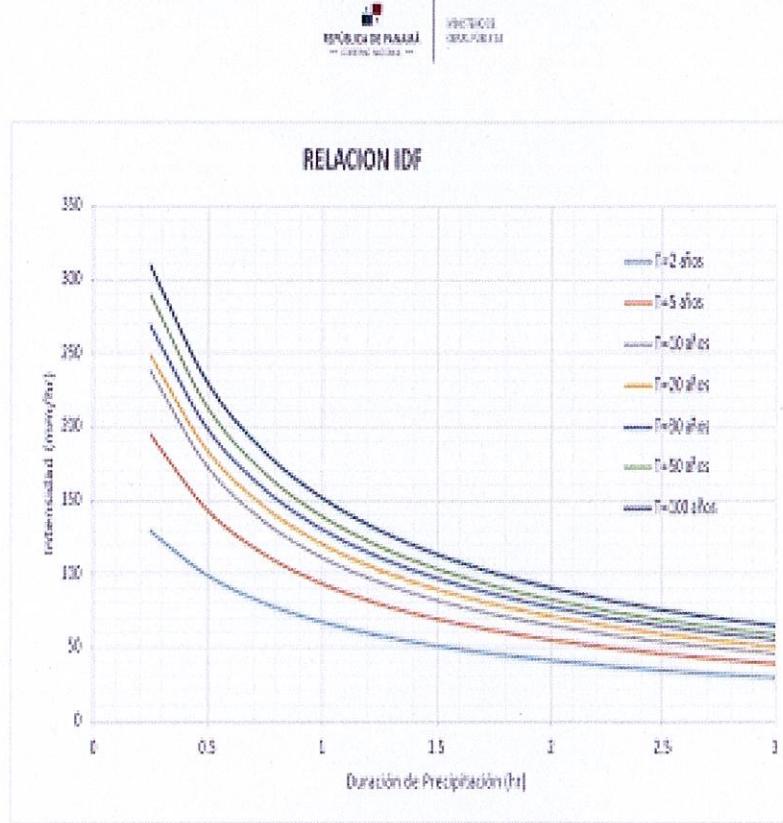
CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO LA VILLA



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN Y FRECUENCIA PARA EL RÍO GRANDE



Gráfica 03-134 Relación Intensidad-Duración-Frecuencia.

Tabla: Ecuación de Intensidad Relación Frecuencia para Eventos con Duración d en Horas de la cuenca de Río Grande [mm/hr].

$$I = \frac{a}{d + b}$$

T(años)	2	5	10	20	30	50	100
a	105.393	135.135	155.25	175.438	181.679	200	222.22
b	0.5684	0.4159	0.4081	0.3561	0.3523	0.11	0.4555
R ²	99.33	99.74	99.74	99.74	99.74	99.74	99.74

WILFREDO J. MORENO G.

INGENIERO CIVIL
Lic. No. 91-006-018

FIRMA

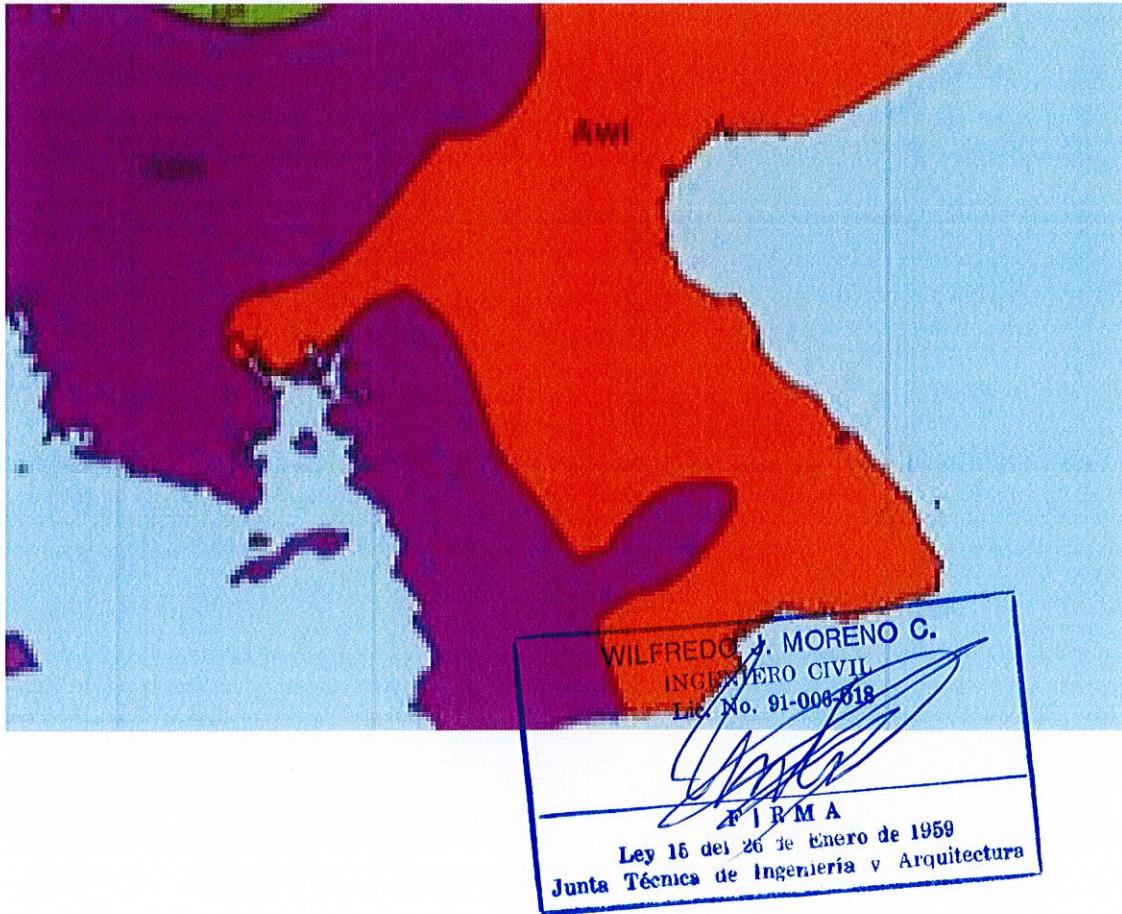
Ley 16 del 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.1.2.1 PRECIPITACIÓN

Los registros de precipitación media anual obtenidos para el área de los caminos del Corregimiento Las Cruces (contenidas en este estudio), oscilan entre 800 a 2000 mm. Los meses de mayor precipitación son octubre y noviembre y los de menor precipitación febrero y marzo.

Para la cuenca 128 (Río La Villa), se presenta un clima tropical de sabana con una lluvia anual promedio de 2000 mm y una temperatura media de 27° C. La figura muestra la clasificación del clima del área según Koppen.



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.1.2.1.1 CALCULO DE INTENSIDADES DE LLUVIA

Para el cálculo de intensidad de lluvia se han tomado las ecuaciones según el Manual de Requisitos para Aprobaciones de Planos del MOP (Panamá, 2021).

Para todos los caminos del Corregimiento de Las Cruces incluidas en este estudio), se utilizarán las curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia de la cuenca del Río Grande (134), cuyas ecuaciones para el cálculo de las intensidades de lluvia para el período de diseño es la siguiente:

	175.439		
i =	-----	TABLOT	20 AÑOS
	d + 0.456		

i =	181.510 * d^-0.2829	BERNARD	20 AÑOS
-----	---------------------	---------	---------

	200		
i =	-----	TABLOT	50 AÑOS
	d + 0.44		

i =	204.503 * d ^-0.2755	BERNARD	50 AÑOS
-----	----------------------	---------	---------

En donde:

- i = Intensidad de lluvia en mm/hora
- d = Tiempo de concentración



Para nuestros análisis utilizaremos las ecuaciones de Tablot.

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.1.2.2 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para el cálculo del Tiempo de Concentración, serán utilizadas las fórmulas por el método recomendado por el Ministerio de Obras Públicas, La Fórmula del Departamento de Caminos de California y la adoptada por el SCC – Servicio de Conservación de Suelos. Seguidamente se describen estas fórmulas:

7.1.2.2.1 California Culverts Practic

$$T_c = 0.87 * ((L^3)/H)^{0.385} * 60$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración en minutos

L= longitud de la cuenca de drenaje en Km

H= Diferencia de elevación entre la parte alta y baja de la cuenca en metros

7.1.2.2.2 Kirpich

$$T_c = 0.0195 * (L^{0.77}) * (S^{-0.385}) * 60$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración en minutos

L= longitud de la cuenca de drenaje en metros

S= pendiente media de la cuenca de drenaje en m/m



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.1.2.2.3 Recomendada por el MOP

$$T_c = 0.8886 * ((L^3)/H)^{0.385} * 60$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración en minutos

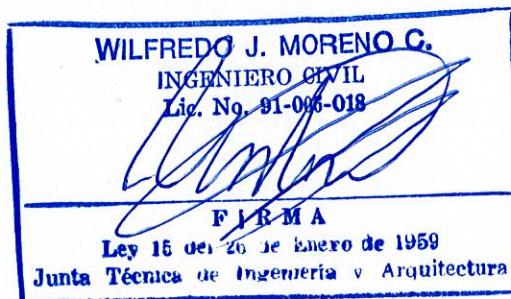
L= longitud de la cuenca de drenaje en Km

H= Diferencia de elevación entre la parte alta y baja de la cuenca en metros.

7.2 CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales de diseño serán estimados mediante la aplicación del Método Racional. El método es comúnmente utilizado para cuencas de contribución con áreas menores a 250 (Ha). Según la OMM (Organización Meteorológica Mundial) en su Guía de Prácticas hidrológicas, Cálculo de las descargas de los sistemas de drenaje, la aplicación del Método Racional es recomendada para los siguientes casos:

- Para el cálculo de caudales en el diseño de drenaje de pequeñas cuencas.
- Este método cuenta con una amplia base experimental para su aplicación, según la permeabilidad del terreno y relieve de la cuenca.
- El método racional es el más empleado debido a la escasez general de datos de escorrentía en pequeñas cuencas.



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

La ecuación del Método Racional es:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

Donde:

Q: caudal punta de cálculo en (l/s)

A: área de la cuenca en (Ha)

I: Intensidad de lluvia en mm/h

C: Coeficiente de escorrentía de la cuenca.

7.2.1 ÁREA DE DRENAJE

Las áreas de drenaje serán estimadas según mosaico topográfico del Instituto Tommy Guardia y complementada con la topografía disponible levantada en campo.

7.2.2 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL ©

El coeficiente de escorrentía C define la proporción del componente superficial de la precipitación en la intensidad (I). El coeficiente de escorrentía superficial se puede adoptar en función del tipo de terreno siguiendo las recomendaciones de "Hidrología Aplicada – Ven Te Chow". La tabla siguiente muestra los principales valores de este parámetro.



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA

TABLA 15.1.1
Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Nota: Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. Utilizada con autorización.



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

No obstante, para este proyecto El Ministerio de Obras Públicas exige la utilización de los siguientes valores mínimo de C:

C = 0.85	Para diseños pluviales en áreas sub-urbanas y en rápido crecimiento
C = 0.90-1.00	Para diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas
C = 1.00	Para diseños pluviales en áreas pluviales en áreas completamente pavimentadas.

En el caso que nos ocupa, nuestras cuencas estarían enmarcadas dentro de áreas sub-urbanas y en rápido crecimiento, por lo que se tomaría un coeficiente de escorrentía de 0.85 (según prescripciones de pliego).

7.3. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

El sistema de drenaje a diseñar está constituido por cunetas, alcantarillas tubulares y cajones pluviales el cual para efectuar su dimensionamiento se utilizará la fórmula de Manning, que a continuación presentamos:

$$Q = (A * Rh^{2/3} * S^{1/2})/n$$

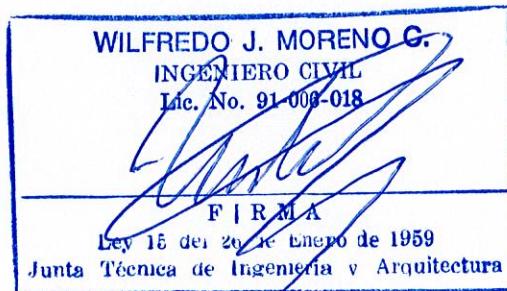
Q= Caudal en m³/s

A= Área mojada en m²

S= Pendiente en m/m

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

Rh= Radio hidráulico en m



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

Para este diseño se tomará en cuenta las condiciones hidráulicas contempladas en los Términos de Referencia del pliego de cargos y que son las siguientes:

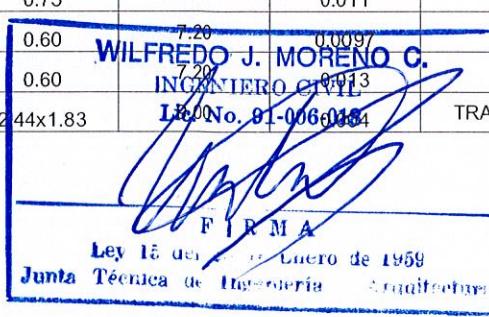
- Velocidad media entre $1.00 \text{ m/s} < v < 5.00 \text{ m/s}$.
- Relación tirante hidráulico h/H de 0.80.
- Coeficiente de escorrentía C de 0.85 para áreas sub-urbanas.

8.0 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL (ODT)

8.1 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJÓN (ODT)

De acuerdo al diseño de las calles realizado y al análisis de las diferentes cuencas se obtuvieron las siguientes obras de drenaje transversal que a continuación se muestran.

CAMINO	DE	A	ESTACIÓN	DIMENSIÓN	LONGITUD	PENDIENTE	DETALLE
EL CULEBRO	CAB-1	CAB-2	0K+000.00	0.90	9.60	0.0136	TRANSV.
	CJ-1	CJ-2	0K+270.00	3.05x3.05	10.00	0.0064	TRANSV., DOBLE
	CAB-3	CAB-4	0K+614.00	0.60	7.20	0.0110	TRANSV.
CIRCUNVALACIÓN GUARAREITO	CAB-5	CAB-6	0K+002.00	0.60	6.00	0.0350	TRANSV.
	CAB-7	CAB-8	0K+595.00	0.75	6.00	0.0272	TRANSV.
	CAB-9	CAB-10	0K+700.00	0.60	7.20	0.0220	TRANSV.
CEMENTERIO GUARAREITO	CAB-11	CAB-12	0K+005.00	1.05	6.00	0.0162	TRANSV.
	CAB-13	CAB-14	0K+785.00	1.20	6.00	0.0145	TRANSV.
DETRÁS DE LA ESCUELA	CAB-15	CAB-16	0K+000.00	0.60	10.80	0.005	TRANSV.
	CAB-17	CAB-18	0K+200.00	0.60	7.20	0.013	TRANSV., DOBLE
	CAB-19	CAB-20	0K+380.00	0.90	7.20	0.0158	TRANSV.
	CAB-21	CAB-22	0K+520.00	0.75	7.20	0.0162	TRANSV.
	CAB-23	CAB-24	0K+880.00	0.75	7.20	0.011	TRANSV.
	CAB-25	CAB-26	0K+995.00	0.60	7.20	0.0097	TRANSV.
	CAB-27	CAB-28	1K+130.00	0.60	7.20	0.013	TRANSV.
	CJ-3	CJ-4	1k+495.00	2.44x1.83	7.20	0.0091	TRANSV., DOBLE



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

8.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EN CUENCA DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL TIPO CAJÓN

A través de los mapas y mosaicos del Instituto Geográfico Tommy Guardia se han podido definir las áreas y longitudes de drenajes para todas las estructuras de las calles comprendidas en este estudio.

CAMINO	PUNTO #	ESTACIÓN	AREA (M ²)	AREA (Ha)	Long. Del Cauce (m)	Long. Del Cauce (km)	Long. Del Cauce (pies)	Long. Del Cauce (millas)	Delta Elev. (m)	Delta Elev. (pies)
CULEBRO	CAB-1	0K+000.00	25700.00	2.570	216.82	0.2168	711.17	0.1355	11.0	36.08
	CJ-1	0K+270.00	1685300.00	168.53	2832.42	2.8324	9290.34	1.7703	126.0	413.28
	CAB-3	0K+614.00	7640.00	0.764	120.27	0.1203	394.49	0.0752	3.0	9.84
CIRCUNVALACIÓN GUARAREITO	CAB-5	0K+002.00	15300.00	1.53	250.94	0.2509	823.08	0.1568	3.0	9.84
	CAB-7	0K+595.00	26610.00	2.661	429.98	0.4300	1410.33	0.2687	7.00	22.96
	CAB-9	0K+700.00	11200.00	1.12	128.14	0.1281	420.30	0.0801	1.00	3.28
CEMENTERIO DE GUARAREITO	CAB-11	0K+005.00	46100.00	4.61	320.22	0.3202	1050.32	0.2001	8.00	26.24
	CAB-13	0K+785.00	65300.00	6.53	387.66	0.3877	1271.52	0.2423	8.00	26.24
DETRÁS DE LA ESCUELA	CAB-15	0K+000.00	5110.00	0.511	186.86	0.1869	612.90	0.1168	5.00	16.40
	CAB-17	0K+200.00	15900.00	1.590	181.12	0.1811	594.07	0.1132	12.00	39.36
	CAB-19	0K+380.00	9930.00	0.993	144.40	0.1444	473.63	0.0903	2.00	6.56
	CAB-21	0K+520.00	18470.00	1.847	184.61	0.1846	605.52	0.1154	2.00	6.56
	CAB-23	0K+880.00	15200.00	1.52	152.94	0.1529	501.64	0.0956	1.00	3.28
	CAB-25	0K+995.00	6960.00	0.696	110.01	0.1100	360.83	0.0688	5.0	16.40
	CAB-27	1K+130.00	8680.00	0.868	139.03	0.1390	456.02	0.0869	2.0	6.56
	CJ-3	1k+495.00	168800.00	16.880	624.3	0.6243	2047.70	0.3902	20.0	65.60

8.1.2 CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN EN OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJÓN

Aplicando la fórmula para el cálculo del Tiempo de Concentración, descrita en el punto 7.1.2.2, se obtienen los siguientes resultados:



REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS
CONTRATO UAL-1-01-2024

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

CAMINO	PUNTO #	ESTACIÓN	KIRPICH			CALIFORNIA CULVERTS PRACTIC			RECOMENDACIÓN DEL MOP			
			TC	L	S	TC	L	H	TC	L	H	
			(min)	(m)	(m/m)	(min)	(km)	(m)	(min)	(KM)	(m)	
EL CULEBRO	CAB-1	0K+000.00	3.87	216.82	11.0	0.0507	3.55	0.2168	11.0	3.62	0.2168	11.0
	CJ-1	0K+270.00	29.42	2832.42	126.0	0.0445	26.99	2.8324	126.0	27.57	2.8324	126.0
	CAB-3	0K+614.00	3.23	120.27	3.0	0.0249	2.96	0.1203	3.0	3.03	0.1203	3.0
CIRCUNVALACIÓN GUARAREITO	CAB-5	0K+002.00	7.55	250.94	3.0	0.0120	6.93	0.2509	3.0	7.07	0.2509	3.0
	CAB-7	0K+595.00	10.15	429.98	7.00	0.0163	9.31	0.4300	7.00	9.51	0.4300	7.00
	CAB-9	0K+700.00	5.30	128.14	1.00	0.0078	4.86	0.1281	1.00	4.97	0.1281	1.00
CEMENTERIO DE GUARAREITO	CAB-11	0K+005.00	6.86	320.22	8.00	0.0250	6.29	0.3202	8.00	6.43	0.3202	8.00
	CAB-13	0K+785.00	8.55	387.66	8.00	0.0206	7.85	0.3877	8.00	8.01	0.3877	8.00
DETRÁS DE LA ESCUELA	CAB-15	0K+000.00	4.41	186.86	5.00	0.0268	4.05	0.1869	5.00	4.13	0.1869	5.00
	CAB-17	0K+200.00	3.04	181.12	12.00	0.0663	2.79	0.1811	12.00	2.85	0.1811	12.00
	CAB-19	0K+380.00	4.66	144.40	2.00	0.0139	4.28	0.1444	2.00	4.37	0.1444	2.00
	CAB-21	0K+520.00	6.19	184.61	2.00	0.0108	5.68	0.1846	2.00	5.80	0.1846	2.00
	CAB-23	0K+880.00	6.50	152.94	1.00	0.0065	5.97	0.1529	1.00	6.10	0.1529	1.00
	CAB-25	0K+995.00	2.39	110.01	5.0	0.0455	2.19	0.1100	5.0	2.24	0.1100	5.0
	CAB-27	1K+130.00	4.46	139.03	2.0	0.0144	4.09	0.1390	2.0	4.18	0.1390	2.0
	CJ-3	1k+495.00	10.42	624.3	20.0	0.0320	9.56	0.6243	20.0	9.76	0.6243	20.0



WILFREDO J. MORENO C.

INGENIERO CIVIL

Lic. N°. 91-006-018

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024



CONTRATANTE

ESTUDIO HIDROLÓGICO

FECHA: marzo 2024

CONTRATISTA

8.1.3 CALCULOS HIDRÁULICOS RESULTANTES

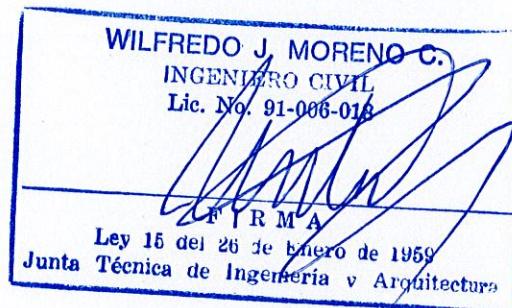
CONSORCIO RI-LOS SANTOS																					
CÁLCULOS HIDRÁULICOS																					
TUBOS PLUVIALES Y CAJONCITOS																					
PERÍODO DE RETORNO = 1:20 AÑOS, 1:50 AÑOS									Calculo												
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE LA TUBERÍA = 0.13 H.R.			Q=	C*I*A		% --- --- 360	q --- --- Q														
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA = 0.85				360			*100														
FECHA 26/5/2024																					
DE	A	T de C.	AREA (Has)		Distancia	Elevación Fondo	Ø	C	Intensidad	QLL	% Elementos Hidráulicos		Tirante	Vel.	Rugos.						
CP N°	CP N°	min	tramo	acumulado	(m)	Superior	Inferior	(m)	mm/hora	m³/seg	S	Q	V	q/Q	d/D	v/V	d (m)	v m/seg	n		
CAB-1	CAB-2	3.62	2.570	2.570	9.60	58.37	58.24	0.90	0.85	339.779	2.062	2.062	0.0136	2.111	3.318	97.68	79.89	113.98	0.719	3.782	0.013
CJ-1	CJ-2	27.57	168.53	168.530	10.00	54.45	54.39	3.05x3.05	0.85	222.340	88.473	44.237	0.0064	58.331	6.27	75.84	80.00	94.80	2.44	5.944	0.013
CAB-3	CAB-4	3.03	0.764	0.764	6.00	61.36	61.15	0.60	0.85	346.430	0.625	0.625	0.0110	0.644	2.278	97.05	79.50	113.92	0.477	2.595	0.013
CAB-5	CAB-6	7.07	1.53	1.530	6.00	55.95	55.79	0.75	0.85	305.696	1.104	1.104	0.0350	1.149	4.063	96.08	78.67	113.88	0.472	4.627	0.013
CAB-7	CAB-8	9.51	2.661	2.661	6.00	55.95	55.79	0.75	0.85	285.499	1.794	1.794	0.0272	1.836	4.156	97.71	79.87	113.98	0.599	4.737	0.013
CAB-9	CAB-10	4.97	1.12	1.120	7.20	53.05	52.89	0.60	0.85	325.605	0.861	0.861	0.0220	0.911	3.221	94.51	77.50	113.75	0.465	3.664	0.013
CAB-11	CAB-12	6.43	4.61	4.61	6.00	57.64	57.54	1.05	0.85	311.522	3.391	3.391	0.0162	3.476	4.014	97.55	79.43	113.95	0.834	4.574	0.013
CAB-13	CAB-14	8.01	6.53	6.53	6.00	57.72	57.63	1.20	0.85	297.606	4.589	4.589	0.0145	4.695	4.151	97.74	80.00	113.97	0.96	4.731	0.013
CAB-15	CAB-16	4.13	0.511	0.51	10.80	82.81	82.76	0.60	0.85	334.235	0.403	0.403	0.005	0.434	1.535	92.86	76.17	113.62	0.457	1.744	0.013
CAB-17	CAB-18	2.85	1.590	1.590	7.20	87.74	87.65	0.60	0.85	348.478	1.308	0.654	0.013	0.700	2.476	93.45	76.33	113.61	0.458	2.813	0.013
CAB-19	CAB-20	4.37	0.993	2.84	7.20	94.52	94.41	0.90	0.85	331.770	2.225	2.225	0.0158	2.275	3.577	97.80	80.00	113.98	0.72	4.077	0.013
CAB-21	CAB-22	5.80	1.847	1.847	7.20	95.6	95.48	0.75	0.85	317.434	1.384	1.384	0.0162	1.417	3.207	97.67	79.87	113.97	0.599	3.655	0.013
CAB-23	CAB-24	6.10	1.52	1.52	7.20	93.65	93.57	0.75	0.85	314.641	1.129	1.129	0.011	1.168	2.643	96.66	79.07	113.92	0.593	3.011	0.013
CAB-25	CAB-26	2.24	0.696	0.696	7.20	89.3	89.23	0.60	0.85	355.597	0.584	0.584	0.0097	0.605	2.139	96.53	79.00	113.88	0.474	2.436	0.013
CAB-27	CAB-28	4.18	0.868	0.868	7.20	82.78	82.69	0.60	0.85	333.738	0.684	0.684	0.013	0.700	2.476	97.71	79.83	113.97	0.479	2.822	0.013
CJ-3	CJ-4	9.76	16.880	19.964	9.00	72.44	72.40	2.44x1.83	0.85	331.858	15.643	7.821	0.004	17.644	3.951	44.33	51.20	80.64	0.937	3.186	0.013

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------



Firmado: -----

Ingeniero Civil

CONSORCIO IR-LOS SANTOS



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS
CONTRATO UAL-1-01-2024

CONSORCIO IR LOS SANTOS
LA ARENA, VÍA A PESÉ, CHIRÍ
TEL. 874-4235

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

ANEXOS





REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS
CONTRATO UAL-1-01-2024



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

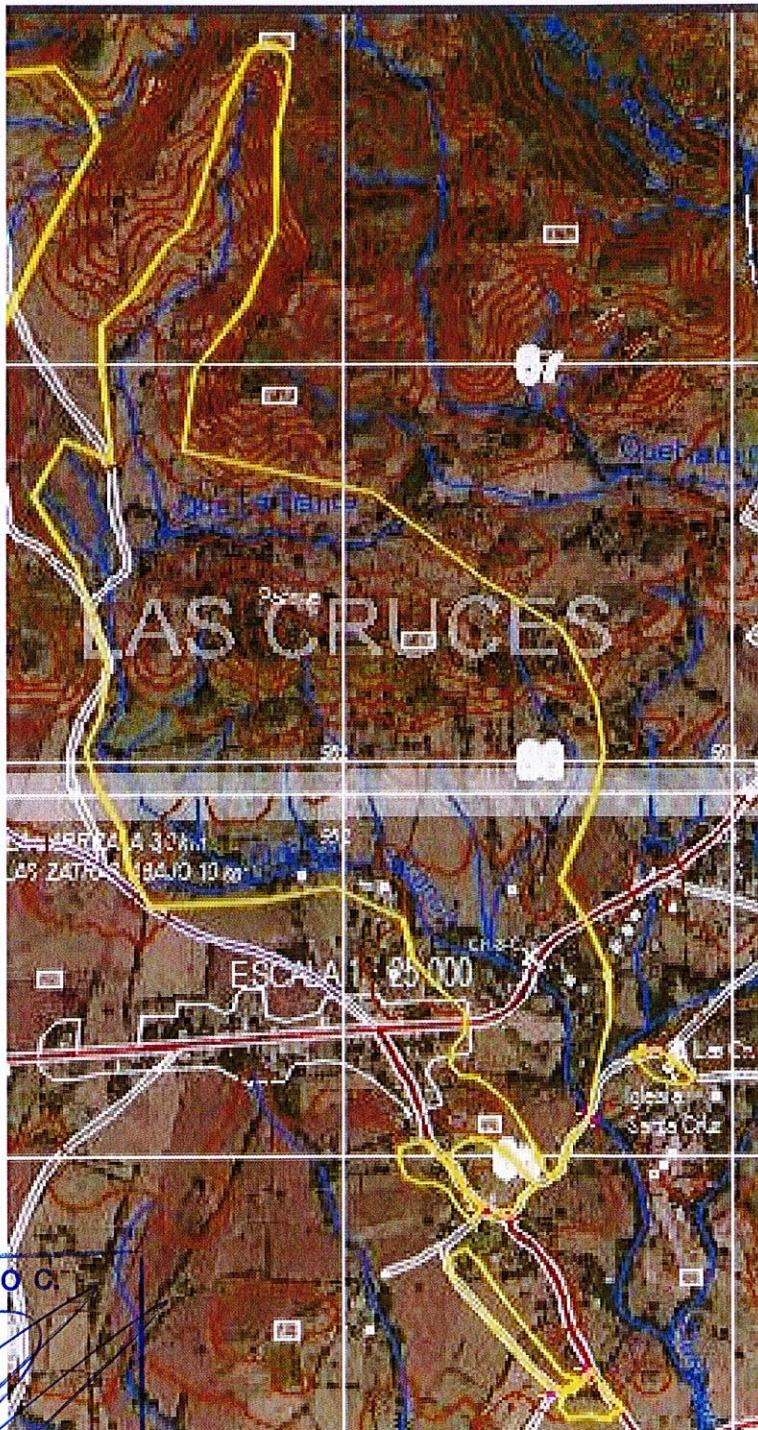
ANEXO I. PLANOS DE CUENCAS



REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------



WILFREDO J. MORENO C.
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 91-006-018

FIRMA

Ley 16 de 20 de febrero de 1958

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024

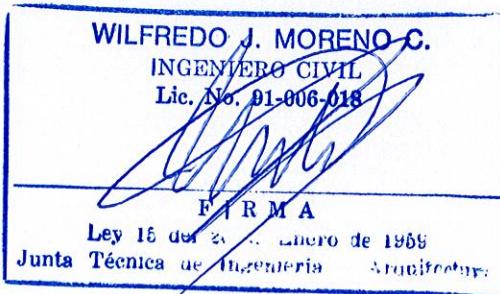
CONSORCIO IR LOS SANTOS
LA ARENA, MA A PESO, CHIRÍ
TEL. 874-4225

CONTRATANTE

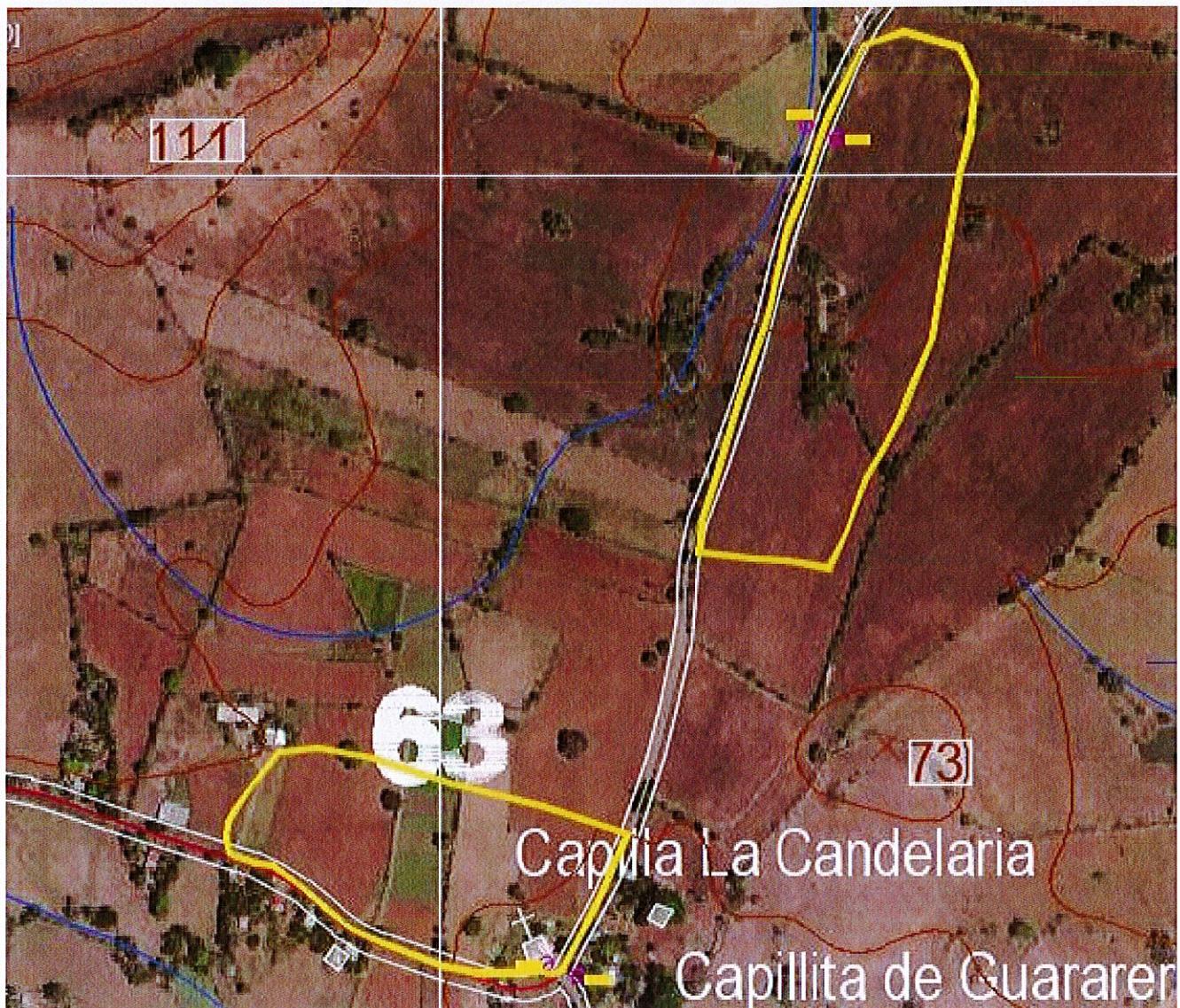
ESTUDIO HIDROLÓGICO

FECHA: marzo 2024

CONTRATISTA



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: marzo 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------



WILFREDO J. MORENO G.
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 01-006-018

[Handwritten signature over the name]

FIRMA

Ley 10 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería Arquitectura