



REPUBLICA DE PANAMA
MINISTERIO DE VIVIENDA



RESOLUCIÓN NO. 114-06
DE 11 DE Noviembre DE 2006

"Por la cual se aprueba la Propuesta de Uso de Suelo, Zonificación y el Plan Vial contenido en el Plan Maestro Green Valley".

*EL DIRECTOR GENERAL DE DESARROLLO URBANO,
EN USO DE SUS FACULTADES DELEGADAS,*

CONSIDERANDO:

- Que en virtud de la Ley No.9 de 25 de enero de 1973, es competencia de este ministerio, levantar, regular y dirigir los planes reguladores, lotificaciones, zonificaciones, urbanizaciones, mapas oficiales que requiera la planificación de las ciudades con la cooperación de los municipios y otras entidades públicas.
- Que formalmente fue presentada a la Dirección General de Desarrollo Urbano de este ministerio, para su revisión y aprobación, el Plan Maestro del proyecto de urbanización denominado Green Valley, ubicado en el Corregimiento de Pedregal, Distrito de Panamá, el cual incluye entre otros aspectos: la Propuesta Vial, usos de suelo y de zonificación.
- Que de acuerdo al análisis realizado al citado documento por esta Dirección, se considera viable la propuesta de uso de suelo, zonificación y de vialidad.
- Que con fundamento en lo anteriormente expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: Aprobar la propuesta de usos de suelo, zonificación y de vialidad contenida en el Plan Maestro Green Valley, ubicado en el Corregimiento de Pedregal, Distrito de Panamá.

ARTICULO SEGUNDO: De acuerdo al artículo anterior, se aprueban los siguientes usos de suelo para el proyecto;

R3-Rc	(Residencial Unifamiliar de Conjunto, con una densidad neta de 400 hab/ha.)
RM3	(Residencial Multifamiliar de Alta Densidad, con una densidad neta de 1,500 hab/ha.).
RM3-Rc	(Residencial Multifamiliar de Conjunto de Alta Densidad, con una densidad neta de 1,500 hab/ha.).
MCU ₃	(Mixto Comercial Urbano de Alta Intensidad)
C ₁	(Comercial Vecinal de baja intensidad)
PV	(Parque Vecinal)
Prv	(Parque Recreativo Vecinal)
Pru	(Parque Recreativo urbano)
Pib	(Parque Interbarrial)
PI	(Plaza)
Pnd	(Área verde no desarrollable)
Siu	(Servicio Institucional Urbano)
Bg	(Bosque de galería)

Nota 4

ARTICULO TERCERO: Aprobar las siguientes servidumbres viales y líneas de construcción:

NOMBRE DE LA VIA	SERVIDUMBRE VIAL	LINEA DE CONSTRUCCION
Ave. Del Sena	30.00 mts	20.00 ó 25.00 mts, según norma
Ave. Amazonas	30.00 mts	20.00 ó 25.00 mts, según norma
Calle Ganges	15.20 mts	12.60 Ó 17.60, según norma
Calle Del Rín	15.20 mts	12.60 Ó 17.60, según norma
Calle Duero	15.20 mts	12.60 Ó 17.60, según norma
Calle Mar del Plata	15.20 mts	12.60 Ó 17.60, según norma
Calle Orinoco	15.20 mts	12.60 Ó 17.60, según norma
Calle Támesis	15.20 mts	12.60 Ó 17.60, según norma
Calle Guadalquivir	15.20 mts	12.60 Ó 17.60, según norma
Calle del Volga	15.20 mts	12.60 Ó 17.60, según norma
Peatonales		
Paseo del Chagres	36.00 mts	Colinda con Río Juan Díaz, 10.00 l.p.
Paseo del Chagres	20.00 mts	Area de estudio, 10.00 l.p.
Paseo del Chagres	6.00 mts zonas verdes	
Paseo La Boheme	30.00 mts	Canalización y peatonal 3.00 l.p.
Paseo del Volga	6.00 mts	13.30 mts
Paseo del Nilo	6.60 mts	13.30 mts
Paseo del Loira	3.00 mts	Servidumbre peatonal en zonas verdes
Paseo del Lago	5.00 mts circulación peatonal	5.00 mts l.p.(servidumbre del lago)
Paseo Gatún	6.60 mts	13.30 mts

ARTICULO CUARTO: De acuerdo a Plan Maestro presentado, se aprueba una servidumbre de 30.00 mts, para la canalización de la Quebrada El Cacao.

ARTICULO QUINTO: Para el desarrollo del Plan Maestro se deberá contar con todas las aprobaciones de las entidades, tanto públicas como privadas, que facilitan los servicios básicos de infraestructura, requeridos para este desarrollo.

ARTICULO SEXTO: El desarrollo del Plan Maestro deberá continuar con las aprobaciones de las entidades que conforman la Dirección de Ventanilla Única del Ministerio de Vivienda en sus diferentes etapas, a saber: Anteproyecto, construcción e inscripción de lotes.

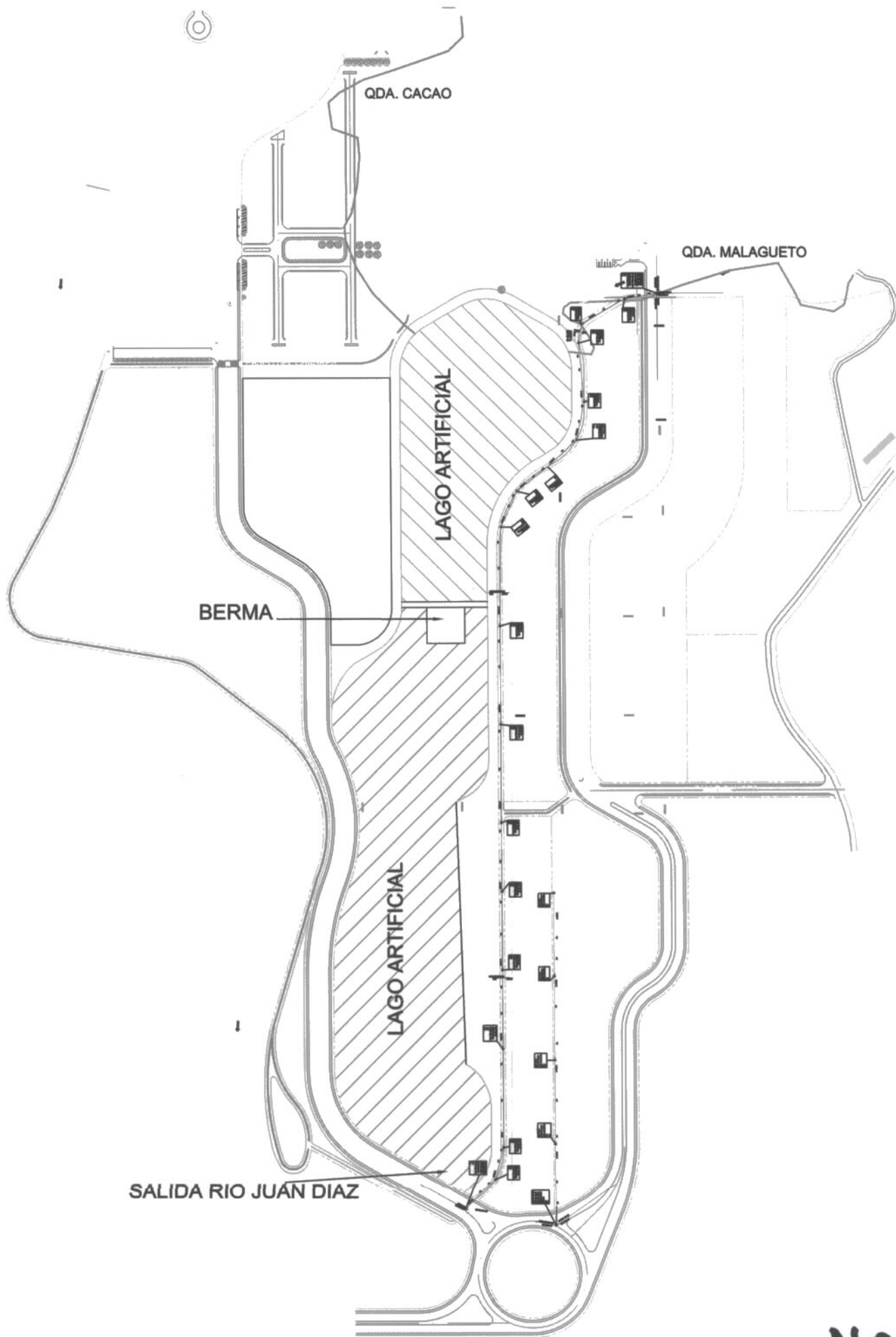
ARTICULO SÉPTIMO: El Documento Plan Maestro Green Valley servirá de consulta y referencia en la ejecución del proyecto y formará parte de esta resolución.

ARTICULO OCTAVO: Enviar copia de esta Resolución a la Dirección de Ventanilla Única de este Ministerio, a la Dirección de Obras y Construcciones Municipales del Distrito de Panamá y a la Dirección de Estudios y Diseños del Ministerio de Obras Públicas.

FUNDAMENTO LEGAL: Ley No.9 de 25 de enero de 1973.

ORIGINAL FIRMADO POR EL
DIRECTOR GEN. DE
DESARROLLO URBANO

Arq. José A. Batista
Director General de Desarrollo Urbano



Nota 5

ESTUDIO HIDROLOGICO

**PROYECTO GREEN VALLEY
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO**

**Preparado por:
LUIS E. LICONA R.
Ingeniero Civil**

Noviembre 2007

CONTENIDO

1. Introducción	3
2. Localización del Proyecto	3
3. Análisis de Información Recopilada	3
3.1. Información Cartográfica	3
3.2. Información Climatológica e Hidrológica	4
3.3. Levantamientos planimétricos y topográficos	4
3.4. Investigación de campo	4
4. Análisis Climático del área de la cuenca en estudio	5
4.1. Generalidades	5
4.2. Clima	6
4.3. Precipitación	7
4.4. Temperatura	10
4.5. Vientos	11
4.6. Cálculo de Balance Hídrico del suelo	11
5. Cálculos Hidrológicos del Río Juan Díaz	15
5.1. Aplicación del análisis regional de la frecuencia de crecidas máximas	15
5.2. Cálculos	15
6. Diseño Hidráulico de los cajones y zanjás (tributarios)	17
7. Diseño de Lagos	32
8. Resumen de Elevaciones de Diseño	35
9. Anexos	

PROYECTO GREEN VALLEY ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL RÍO JUAN DÍAZ Y DOS LAGOS

Luis E. Licona R.
Ingeniero Civil

1. Introducción

En este documento se presenta el informe correspondiente a los estudios de hidrológica e hidráulica del Río Juan Díaz, sector Villalobos-Gonzalillo, para el proyecto urbanístico denominado Green Valley.

El estudio comprende la recopilación y análisis de información cartográfica e hidrológica, incluyendo inventarios de cauces naturales y la evaluación del drenaje existente en la cuenca 144, Río Juan Díaz, luego de lo cual se presentan los resultados de los análisis sobre la información hidroclimatológica disponible en el sector, a partir de las cuales se puede obtener información de carácter general acerca de las condiciones locales, las cuales se relacionan para determinar las condiciones hidráulicas para el posterior diseño de un puente sobre el Río Juan Díaz y dos vertederos para la creación de dos (2) lagos artificiales.

2. Localización del Proyecto

El proyecto se encuentra en la localidad comprendida entre los altos de Villalobos, en el corregimiento de Pedregal y Gonzalillo, en el corregimiento de Las Cumbres, al este del Río Juan Díaz. Se accede con mayor facilidad al área por medio de la carretera a la toma de agua de la comunidad de La Primavera en los altos de Villalobos.

3. Análisis de Información Recopilada

3.1. Información Cartográfica

Para la identificación de las características de la cuenca de la zona se efectuó una recopilación de mosaicos del Instituto Geográfico Tomy

Guardia sobre las que se delimitaron las cuencas afluentes a cada una de los cauces referentes al punto en estudio.

El *Anexo 1* contiene copias de los mosaicos cartográficos en los cuales se han localizado el Río Juan Díaz y los tributarios de este que se utilizarán para la creación de los lagos.

3.2. Información Climatológica e Hidrológica

Sobre las información climatológica se consultó la información de precipitación y temperatura de la estación Las Cumbres con Latitud 9° 05' N y Longitud 79° 32' W, localizada en la zona próxima al proyecto, que se considera representativa para los fines de estimar escorrentía para las cuencas de la zona del proyecto. La temperatura de las estaciones Albroom y Chilibre también fue usada para efectos comparativos. La información de viento se obtuvo de la estación Tocumen.

En cuanto a hidrología se obtuvo el registro histórico de caudales de la Estación Juan Díaz, con coordenadas Latitud 9° 03' N y Longitud 79° 26' W. Se cuentan con datos de caudales máximos instantáneos y promedios mensuales.

3.3. Levantamientos planimétricos y topográficos

Como parte de la información obtenida se tuvo a mano un plano de levantamientos planimétricos y topografía a escala 1:4000 mediante el cual se verificaron pendientes, niveles y las áreas de interés dentro del proyecto.

El plano de planimetría y topografía conforma el *Anexo 5* de este informe.

3.4. Investigación del campo

Durante la parte inicial de la investigación se efectuaron varias visitas a la zona del proyecto con el objeto de inspeccionar directamente la situación del sitio.

El *Anexo 2* muestra algunas fotografías del Río Juan Díaz y otras de la Quebrada Malagueto, uno de sus tributarios dentro de la zona del proyecto. El ojo de agua donde nace la Quebrada Cacao es otro tributario.

Mediante estas visitas se complementó la información recopilada con el fin de verificar las características y tipo de drenaje existente, a fin de determinar dimensiones, pendientes y características hidráulicas a lo largo y ancho de las principales corrientes naturales.

4. Análisis Climático del área de la cuenca en estudio

4.1. Generalidades

En la región centroamericana, Panamá es quizás el país en el que los fenómenos físicos climáticos ocurren con menor intensidad. Algunos de los huracanes que afectan el Caribe y el Pacífico, en ocasiones dejan sentir sus efectos en nuestro país, porque activan la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) intensificando las lluvias. Afortunadamente Panamá se ubica fuera de la ruta que generalmente siguen estos fenómenos meteorológicos.

La República de Panamá, al igual que los países centroamericanos, de manera recurrente se ve afectada por anomalías climáticas de carácter Inter-anual, originadas tanto por condiciones locales como por señales climáticas de alcance mundial, las cuales ejercen gran influencia en todos los aspectos de la sociedad. Son eventos naturales que generan desastres sociales por la magnitud de las transformaciones humanas realizadas a la naturaleza. Estos eventos ocasionan, en algunos casos, cuantiosas pérdidas tanto económicas como en vidas humanas.

En el área en estudio se encuentra la estación meteorológica Las Cumbres, con información de lluvia máxima en forma de curvas de Intensidad – Duración - Frecuencia.

La precipitación media anual en esta área está en el orden de 3000 mm. Los meses de mayor precipitación son octubre, noviembre y diciembre y los de menor precipitación, marzo y abril.

La zona tiene un clima tropical húmedo; las zonas de vida o formaciones vegetales del área son las de un bosque húmedo tropical. La mayoría de los suelos son no arables con limitaciones muy severas en la selección de las plantas, aptas para pastos, bosques y tierras de reserva. La zona no está densamente poblada, pero tiene potencial de poblarse. Las áreas pobladas están siendo usadas como pastizales y rastrojos. La vegetación actual consta de cultivos, sabanas y vegetación secundaria pionera.

En esta región llueve durante casi todo el año. Entre diciembre y marzo se registran escasas lluvias provocadas muchas de ellas por las incursiones de los sistemas frontales del hemisferio norte hacia las latitudes tropicales; en el resto del año las lluvias son abundantes e intensas y están asociadas a los sistemas atmosféricos tropicales que se desplazan sobre la Cuenca del Pacífico, a la brisa marina y al calentamiento diurno de la superficie terrestre.

4.2.Clima

El clima del área en estudio está influenciado por la migración anual de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), la cual divide los vientos alisios del noroeste y sureste de los hemisferios sur y norte, respectivamente. La Zona de Convergencia Intertropical se caracteriza por un área nubosa debido a la convergencia de las corrientes opuestas de aire, la cual genera mayor cantidad de lluvias. Durante la ausencia de la banda nubosa, la cantidad de lluvia disminuye, situación que da lugar a una pronunciada estación seca, más o menos intensa en la Vertiente Pacífica y ligera en la Atlántica.

Las lluvias en la Vertiente Atlántica presentan un comportamiento diferente al que ocurre en el sector Pacífico; en el Atlántico, especialmente en las regiones central y noroeste del país, por lo general llueve todo el año debido al efecto de la actividad frontal. En la Vertiente

Pacífica se producen altas presiones durante la estación lluviosa y muy bajas durante la estación seca.

De acuerdo a estudios realizados por el antiguo Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), otra de las causas de las lluvias en Panamá la constituyen las tormentas que se forman en las Costas Pacíficas de Colombia, donde las masas de aire caliente que ascienden por la Costa Pacífica desde Colombia hacia Panamá concentran una gran cantidad de humedad sobre la cordillera. Esta concentración de humedad produce las tormentas que ocurren en la Vertiente del Pacífico panameño, las cuales se extienden hasta el área objeto de este estudio.

Según la clasificación de *Kopen*, el clima del área en estudio se denomina tropical de sabana, la cual presenta una precipitación anual menor de 2500 mm, estación seca prolongada (meses con lluvia menor de 60 mm) en el invierno del hemisferio norte.

En general, en Panamá la temperatura y la humedad relativa son moderadamente altas durante todo el año y la precipitación es abundante. Las tormentas violentas o sistemas bien organizados a escala sinóptica, tales como los frentes fuertes y los huracanes, no son muy frecuentes. En general, la migración norte - sur de la zona de Convergencia Intertropical (ZICT) normalmente divide el año en dos temporadas: seca (a mediados de diciembre a principios de mayo) y lluviosa (el resto del año).

4.3. Precipitación

Las precipitaciones en el área de estudio generalmente son convectivas y orográficas. Las corrientes marinas con altas temperaturas favorecen el calentamiento y la evaporación. A medida que el aire cargado de humedad se desplaza hacia la tierra, las masas de aire tropiezan con las barreras montañosas dando origen a precipitaciones con valores de hasta 3,200 mm/año en el área capitalina. El anticiclón semipermanente del Atlántico Norte afecta sensiblemente las condiciones climáticas de Panamá, ya que desde este sistema se generan los vientos alisios de

nordeste que en las capas bajas de la atmósfera llegan al país, determinado sensiblemente el clima de la República.

Existe una zona de confluencia de los vientos alisios de ambos hemisferios (norte y sur) que afecta el clima de los lugares que caen bajo su influencia y que para nuestro país tiene particular importancia: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual se mueve siguiendo el movimiento aparente del sol a través del año. Esta migración norte-sur de la ZCIT produce las dos estaciones (seca y lluviosa) características de la mayor parte del territorio.

Por regiones, se puede decir que la zona comprendida entre los 1500 mm a 2000 mm anuales corresponde a la zona costera de la Bahía de Panamá. En la zona lacustre se presentan precipitaciones del orden de 2000 mm anuales promedio y las zonas altas (norte y sur) entre los 3000 mm y 3500 mm. La cuenca perteneciente a la Vertiente del Caribe se caracteriza por precipitaciones anuales promedio entre 2000 mm y 2500 mm.

Sobre las laderas y planicies costeras de la Vertiente del Caribe prevalece una variación distinta del patrón estacional en la distribución de las lluvias. Se destaca la gran uniformidad de las precipitaciones a lo largo del año, presentado máximos y mínimos relativos en la lluvia mensual pero con suficiente humedad durante todo el período.

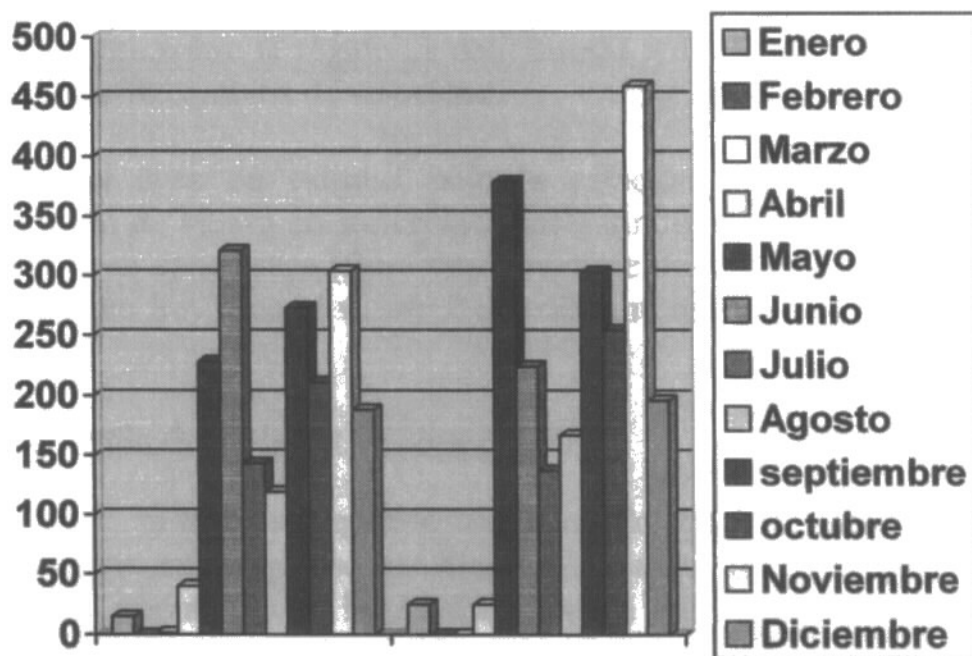
La *Tabla 1* indica los valores medios mensuales de precipitación comparativos para las cuencas del Atlántico y del Pacífico.

Tabla 1. Valores de precipitación media mensual, por cuencas (mm)

Mes	Cuenca Pacífico	Cuenca Atlántico
Enero	15	25
Febrero	0	0
Marzo	1.5	0
Abril	40	25
Mayo	228	379
Junio	321	224
Julio	143	137
Agosto	119	167
septiembre	273	303
octubre	211	254
Noviembre	304	459
Diciembre	188	196
TOTAL	1842	2169

De la misma manera, en la *Figura 1* se ilustra el comportamiento anual de la precipitación de la Estación Las Cumbres.

Figura 1
Precipitación media en la zona del proyecto – Estación Las Cumbres



4.4. Temperatura

La temperatura medida del mes más fresco es mayor de 18° C, la diferencia entre la temperatura media del mes mas cálido y el más fresco es menor de 5°C. La temperatura media promedio varia de 25° C a 27° C.

Las temperaturas máximas históricas han alcanzado el umbral de 35° C y es frecuente que se supere el valor puntual de 30° C.

Tabla 2. Promedio Temperatura Anual

Numero	Nombre	Cuenca	Temperatura Anual (°C)		
			Máxima	Media	Mínima
142-002	Albrook 1	142	31.4	22.1	26.8
144-002	Tocumen	144	32.2	22.4	27.3
	Chilibre	148	31.9	23.1	27.5

4.5. Vientos

La atmósfera sobre América Central sufre varios cambios importantes durante todo el año. Por estar dentro de la franja de los Alisios, el viento predominante sobre la región es del Noreste y del Este; a través del año este flujo sufre cambios de velocidad.

Dentro del área en estudio, solo la estación Tocumen cuenta con información de viento en superficie presentando mayores velocidades de los vientos en época seca (flujo predominante de vientos alisios) mientras en los meses lluviosos el viento es menos intenso y muy variable en su dirección.

4.6. Cálculo del Balance Hídrico del Suelo

El balance hídrico se calculó de acuerdo con la metodología de *Thornthwaite*, en la que se establece la cantidad de agua que entra al ecosistema por medio de la precipitación, la que regresa a la atmósfera por la evapotranspiración y la que es almacenada en el suelo, para ser usada por la vegetación, los excesos corresponden al agua de escorrentía y percolación.

Los resultados del balance hídrico permiten establecer el índice de humedad de una zona y caracterizarla climáticamente. El cálculo de la evapotranspiración, cantidad de agua que cede el suelo debida a la evaporación y transpiración de la cobertura vegetal, se realizó por el método de *Thornthwaite*, el cual se basa en la temperatura promedio del sitio de estudio en su precipitación. La computación básica de *Thornthwaite* es como sigue:

$$Etp = Etp_t * f \quad Etp_t = 1,6 (10 * t/L)^a$$

$$L = \sum_{j=1}^{j=12} I_j \quad \text{donde } I = (t/5)^{1,514}$$

$$a = 0.675 * 10^{-6} * L^3 - 0.771 * 10^{-4} * L^2 + 1.792 * 10^{-2} * L + 0.49$$

Donde :

<i>Etp:</i>	<i>Evapotranspiración potencial</i>
<i>Etp.t:</i>	<i>Evapotranspiración potencial teórica</i>
<i>t:</i>	<i>Temperatura media mensual</i>
<i>L:</i>	<i>Índice térmico anual</i>
<i>f:</i>	<i>Factor de corrección de Thornthwaite el cual es función de la latitud de la zona de estudio.</i>
<i>I:</i>	<i>índice térmico mensual</i>

Esta zona presenta una evapotranspiración baja, lo que hace que la mayor parte del año haya agua disponible para la vegetación y aunque el almacenamiento disminuye en los meses secos no se presenta déficit en ninguna época.

En el balance se establece la circulación y flujos del agua, mediante la aplicación de fórmulas de la conservación de la masa. Su cálculo se lleva a cabo mediante la elaboración de un análisis comparativo entre la precipitación y la evapotranspiración, o la evaporación, conociéndose de antemano. Este diagrama permite establecer la cantidad en exceso o el déficit de agua disponible en el suelo durante los diferentes meses del año.

Se presentan excesos durante la mayor parte del año, durante el período de máximas precipitaciones o de estación lluviosa correspondiente a los meses de mayo a junio y de mediados de septiembre a diciembre; esta agua es almacenada en el suelo y una vez se supera la capacidad de almacenamiento, parte de esta agua se presenta como escorrentía y surte los cuerpos de agua superficial. Los excesos son mayores que el déficit, indicado que en el período de lluvias el suelo recupera su almacenamiento total hasta llegar la saturación, ocasionando los excesos o la escorrentía superficial.

La Tabla 3 muestra el cálculo del Balance Hídrico de Suelo para la zona, con los datos de temperatura y precipitación de la Estación Las Cumbres.

Tabla 3. Cálculo del Balance Hídrico según Thornthwaite - Cuenca Pacífico

Parámetro	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
Temperatura (°C)	30.0	29.0	31.0	29.0	25.0	25.0	27.0	28.0	24.0	25.0	25.0	27.0	27.08
Precipitación (mm)	21.84	2.22	9.87	90.61	247.8	282.9	275.7	248.6	307.5	365.9	289.1	85.6	2227.64
Evapotranspiración potencial	209	184.5	244.4	192.9	109.3	110.3	148.1	169.5	90.7	103.7	101.8	136.6	-1800.8
Almacenamiento de agua útil	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	48.97	48.97
Exceso de agua	0	0	0	0	38.55	172.6	127.5	79.1	216.8	262.2	187.3	0	1084.1
Déficit de agua	187.2	-182.3	234.5	102.3	0	0	0	0	0	0	0	0	706.21
Evapotranspiración real	-21.8	2.22	9.87	90.61	109.3	110.3	148.1	169.5	90.7	103.7	101.8	136.6	1094.54

Precipitación = 2227.61
 -agua útil = -48.97
 Exceso de agua = -1084.1
 Evapotranspiración real = 1094.54

5. Cálculos Hidrológicos del Río Juan Díaz

5.1. Aplicación del análisis regional de la frecuencia de crecidas máximas.

Para determinar las crecidas máximas que se pueden presentar en un sitio determinado, para distintos períodos de recurrencia, mediante este método, se procede de la siguiente manera (en este caso un período de recurrencia de 100 años):

- a. Se delimita y se mide el área de la cuenca hasta el sitio de interés en km^2 .
- b. Se determina a que zona pertenece (*mapa de Anexo 3*).
- c. Se determina la ecuación y tabla de distribución que debe usarse (*Tabla 5*).
- d. El caudal máximo instantáneo para distintos períodos de recurrencia se obtiene multiplicando el caudal medio máximo por los factores que dependen de T_r (período de retorno) y la zona (*Tabla 4*).

5.2. Cálculos

El Río Juan Díaz está ubicado en la zona 3, con una cuenca de superficie (A) de 55.46 km^2 .

Según la tabla No 1 para el período de $T_r=1:100$ años, del estudio desarrollado por la empresa *Lavalin* efectuado para el I.R.H.E.

$$Q(\text{máximo promedio}) = 27(A)^{0.58} = 27 \times (55.46)^{0.58} = 277.25 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Si la Relación entre el caudal máximo instantáneo anual (Q_{max}) y el promedio del caudal máximo (Q'_{max}) de todo el registro es igual a 2.75, entonces:

$$Q_{\text{max}}/Q'_{\text{max}} = 2.75$$

Si en nuestro caso el promedio del caudal máximo es $277.25 \text{ m}^3 / \text{seg}$, por lo tanto:

$$Q_{\text{máx}} = 2.75 \times Q'_{\text{max}} = 2.75 \times 277.25 = 762.44 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Verificando por caudal máximo instantáneo contra el caudal máximo instantáneo registrado en la Estación Río Juan Díaz (*Anexo 4*) tenemos que para el Río Juan Díaz $Q_{\text{max}}(\text{instantáneo}) = 928.0 \text{ m}^3/\text{seg}$ (septiembre) para un Área de drenaje de 115 km^2 .

Como en nuestro caso el Área de estudio tiene una superficie de 55.46 km^2 se relaciona linealmente este caudal máximo instantáneo registrado así:

$$\begin{aligned} Q(\text{máximo Instantáneo verificado}) &= 928.0 \times (55.46 / 115) \\ &= 447.53 \text{ m}^3 / \text{seg} \end{aligned}$$

Como esta comparación resultó ser menor que el valor obtenido con los cálculos, usaremos $Q(\text{máximo instantáneo}) = 762.44 \text{ m}^3 / \text{seg}$

Para el análisis de la “ Y_c ” crítica, y la “ Y_n ”, utilizaremos un valor de $n=0.025$ y una base de canal de 20.00 m con taludes:

$$N_1 = 1.5 \quad N_2 = 1 \quad n = 0.025 \quad s = 0.016$$

Utilizamos la fórmula de energía mínima:

$$F(y) = Q^2 T / (g \times A^3)$$

la cual nos da $Y_n = 3.30 \text{ m}$ y $Y_c = 4.76 \text{ m}$

Utilizaremos “ Y_c ” crítica = 4.76 m en el punto de estudio.

Tabla 4. Caudal máximo instantáneo para distintos períodos de recurrencia

Tr(años)	Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3	Tabla 4
2	0.92	0.93	0.95	0.93
5	1.38	1.35	1.32	1.20
10	1.68	1.62	1.57	1.45
20	2.00	1.90	1.80	1.65
25	2.10	2.00	1.90	1.75
50	2.40	2.25	2.15	1.95
100	2.75	2.55	2.40	2.10
1000	3.95	3.55	3.25	2.75
10000	5.30	4.60	4.10	3.40

Tabla 5. Ecuación de Caudal y Tabla, según zona de la cuenca

Zona	$Q_{\max} =$	Tabla
1	$34 \times A^{0.58}$	1
2	$34 \times A^{0.58}$	3
3	$27 \times A^{0.58}$	1
4	$27 \times A^{0.58}$	4
5	$13 \times A^{0.58}$	2
6	$13 \times A^{0.58}$	1
7	$10 \times A^{0.58}$	3

Q_{\max} en m^3/seg

6. Diseño Hidráulico de los Cajones o Zanjas (tributarios)

6.1 Diseño del canal P0 al P8

Elevación Inicial 193.00 m

Elevación Final 140.00 m

$$C = 0.75$$

$$S = 0.173$$

$$L = 306.31 \text{ m}$$

$$A_1 = 11.18 \text{ Ha} \quad A_2 = 13.20 \text{ Ha}$$

$$T_c = \{0.866 \{ (0.557)^3 / 100 \}^{0.385}\} = 4.44 \text{ minutos}$$

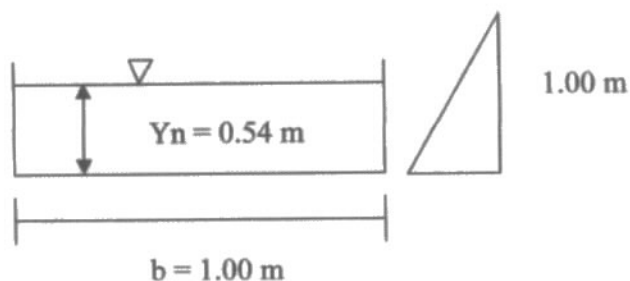
$$i = 370/37.44 = 9.88 \times 25.4 = 250.952 \text{ mm/hora}$$

$$Q_1 = (0.75 \times 11.18 \times 250.95) / 360 = 5.84 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_2 = (0.75 \times 13.20 \times 250.95) / 360 = 6.90 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 12.74 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$N_1 = 1 \quad N_2 = 1 \quad n = 0.013 \quad b = 1.00 \text{ m} \quad Y_n = 0.54 \text{ m}$$



(Ver sección A)

6.2 Diseño del Canal (P8-A) al (P8-B)

Elevación Inicial 139.70 m

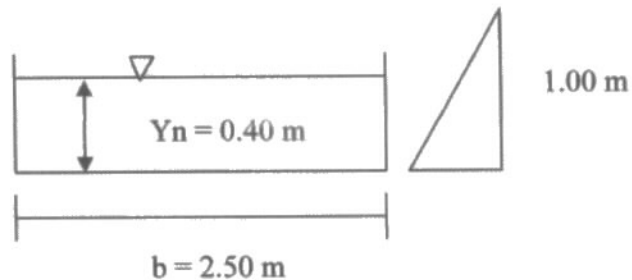
Elevación Final 135.00 m

$S = 0.155$

$L = 30.278 \text{ m}$

$Q = 12.74 \text{ m}^3/\text{seg}$

$N_1 = 1 \quad N_2 = 1 \quad n = 0.013 \quad b = 2.50 \text{ m} \quad Y_n = 0.40 \text{ m}$



(Ver sección B)

6.3 Diseño del Canal (P8-C) al (P8-D)

Elevación Inicial 134.86 m

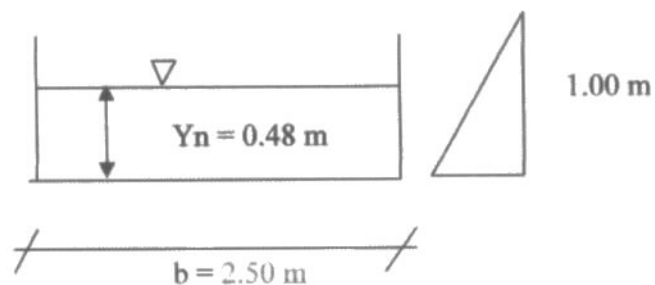
Elevación Final 130.00 m

$S = 0.052$

$L = 91.939 \text{ m}$

$Q = 12.74 \text{ m}^3/\text{seg}$

$N_1 = 1 \quad N_2 = 1 \quad n = 0.013 \quad b = 2.50 \text{ m} \quad Y_n = 0.48 \text{ m}$



(Ver sección B)

6.4 Diseño del Canal (P8-E) al (P8-F)

Elevación Inicial 129.842 m

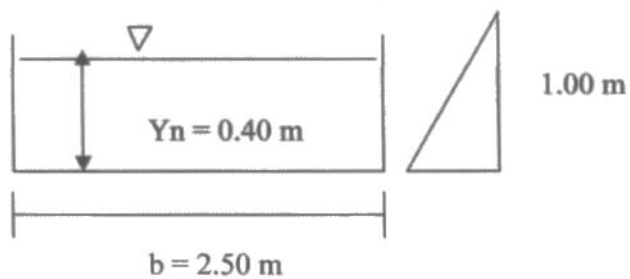
Elevación Final 115.00 m

$S = 0.224$

$L = 66.202$ m

$Q = 12.74$ m³/seg

$N_1 = 1$ $N_2 = 1$ $n = 0.013$ $b = 2.50$ m $Y_n = 0.40$ m



(Ver sección B)

6.5 Diseño del Canal (P9) al (P9-A)

Elevación Inicial 110.00 m

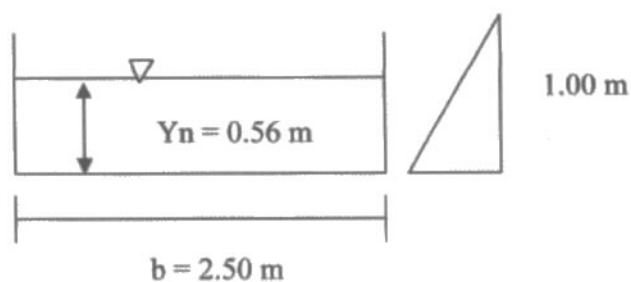
Elevación Final 105.00 m

$S = 0.036$

$L = 137.492 \text{ m}$

$Q = 12.74 \text{ m}^3/\text{seg}$

$N_1 = 1$ $N_2 = 1$ $n = 0.013$ $b = 2.50 \text{ m}$ $Y_n = 0.56 \text{ m}$



(Ver sección B)

6.6 Diseño del canal (P9-B) al P2

Elevación Inicial 104.87 m

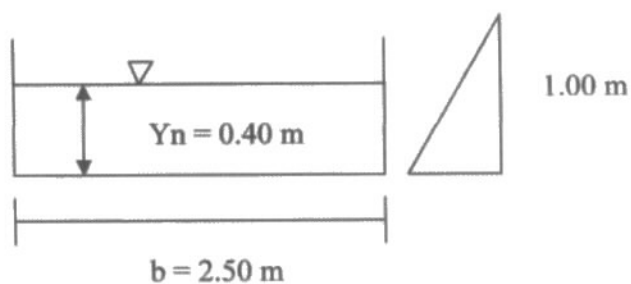
Elevación Final 100.00 m

$S = 0.122$

$$L = 39.851 \text{ m}$$

$$Q = 12.74 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$N_1 = 1 \quad N_2 = 1 \quad n = 0.013 \quad b = 2.50 \text{ m} \quad Y_n = 0.40 \text{ m}$$



(Ver sección B)

6.7 Diseño del canal P1 al P2

Elevación Inicial 130.00 m

Elevación Final 100.00 m

$$C = 0.75$$

$$S = 0.115$$

$$L = 259.44 \text{ m}$$

$$A = 15.00 \text{ Ha}$$

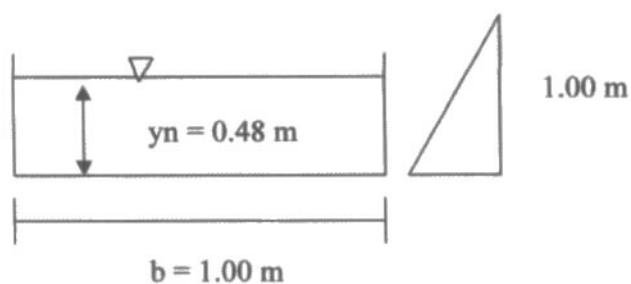
$$T_c = \{0.866 \{ (0.259)^3 / 100 \}^{0.385}\} = 1.86 \text{ minutos}$$

$$i = 370/34.86 = 10.61 \times 25.4 = 269.49 \text{ mm/hora}$$

$$Q = C i A$$

$$Q = (0.75 \times 15.00 \times 269.49) / 360 = 8.42 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$N_1 = 1 \quad N_2 = 1 \quad n = 0.013 \quad b = 1.00 \text{ m} \quad Y_n = 0.48 \text{ m}$$



(Ver sección A)

6.8 Diseño del Canal P2 al (P2-A)

Elevación Inicial 100.00 m

Elevación Final 75.00 m

$$C = 0.75$$

$$S = 0.044$$

$$L = 557.577 \text{ m}$$

$$A = 25.00 \text{ Ha}$$

$$L = 1.302 \text{ m}$$

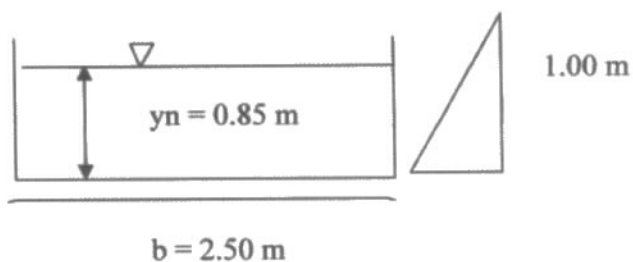
$$T_c = \{0.866 \{ (1.302)^3 / 100 \}^{0.385} \} = 11.90 \text{ minutos}$$

$$i = 370/44.96 = 8.22 \times 25.4 = 208.79 \text{ mm/hora}$$

$$Q = C i A$$

$$Q = (0.75 \times 25 \times 208.79) / 360 = 10.87 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$N_1 = 1 \quad N_2 = 1 \quad n = 0.013 \quad b = 2.50 \text{ m} \quad Y_n = 0.85 \text{ m}$$



(Ver sección A)

6.9 Diseño del canal P6 al (P6-A)

Elevación Inicial 70.00 m

Elevación Final 69.00 m

$$C = 0.75$$

$$S = 0.005$$

$$L = 196.277 \text{ m}$$

$$A = 10.00 \text{ Ha}$$

$$L = 318.91 \text{ m}$$

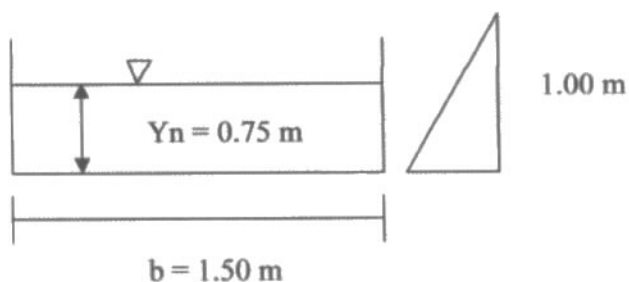
$$T_c = (0.866 \{ (0.318)^3 / 100 \}^{0.385}) = 2.34 \text{ minutos}$$

$$i = 370/35.34 = 10.47 \times 25.4 = 265.90 \text{ mm/hora}$$

$$Q = C i A$$

$$Q = (0.75 \times 10 \times 265.94) / 360 = 5.54 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$N_1 = 1 \quad N_2 = 1 \quad n = 0.013 \quad b = 1.50 \text{ m} \quad Y_n = 0.75 \text{ m}$$



(Ver sección C)

6.10 Diseño del canal (P6-B) al P7

Elevación Inicial 68.665 m

Elevación Final 64.5 m

$$C = 0.75$$

$$S = 0.039$$

$$L = 108.406 \text{ m}$$

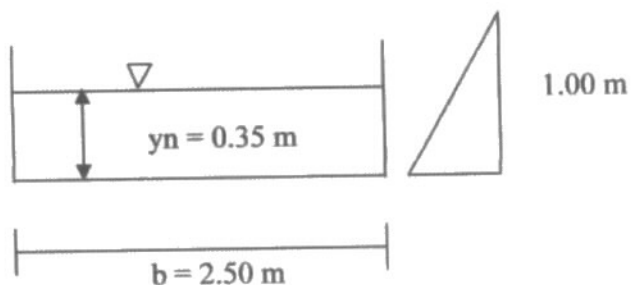
$$T_c = \{0.866 \{ (0.318)^3 / 100 \}^{0.385}\} = 2.34 \text{ minutos}$$

$$i = 370/35.34 = 10.47 \times 25.4 = 265.90 \text{ mm/hora}$$

$$Q = C i A$$

$$Q = (0.75 \times 10 \times 265.94) / 360 = 5.54 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$N_1 = 1 \quad N_2 = 1 \quad n = 0.013 \quad b = 2.50 \text{ m} \quad Y_n = 0.35 \text{ m}$$



(Ver sección B)

6.11 Diseño del Canal (P5-A) al Borde del Río

Elevación Inicial 54.60 m

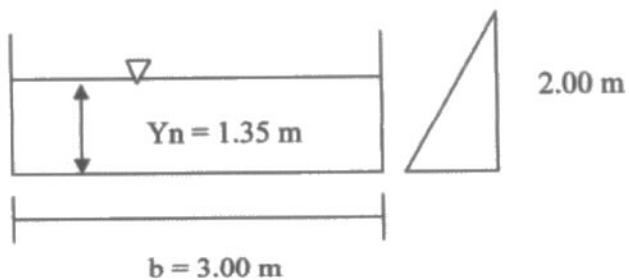
Elevación Final 54.22 m

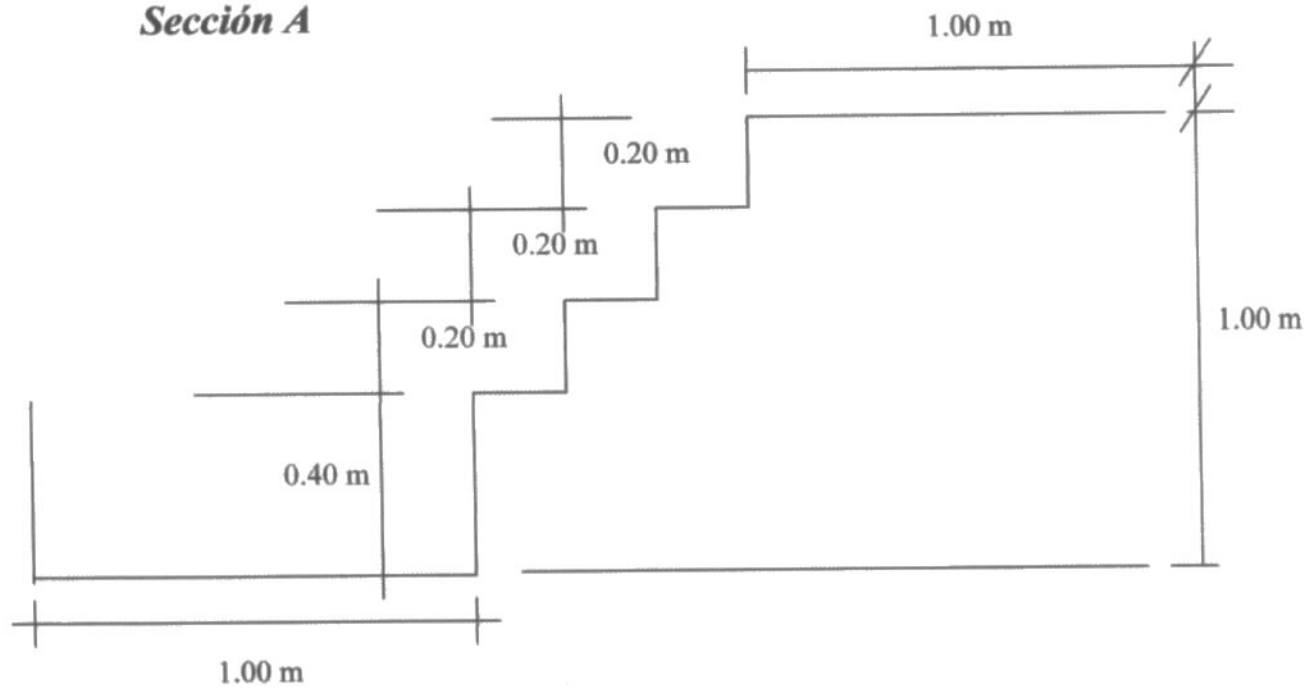
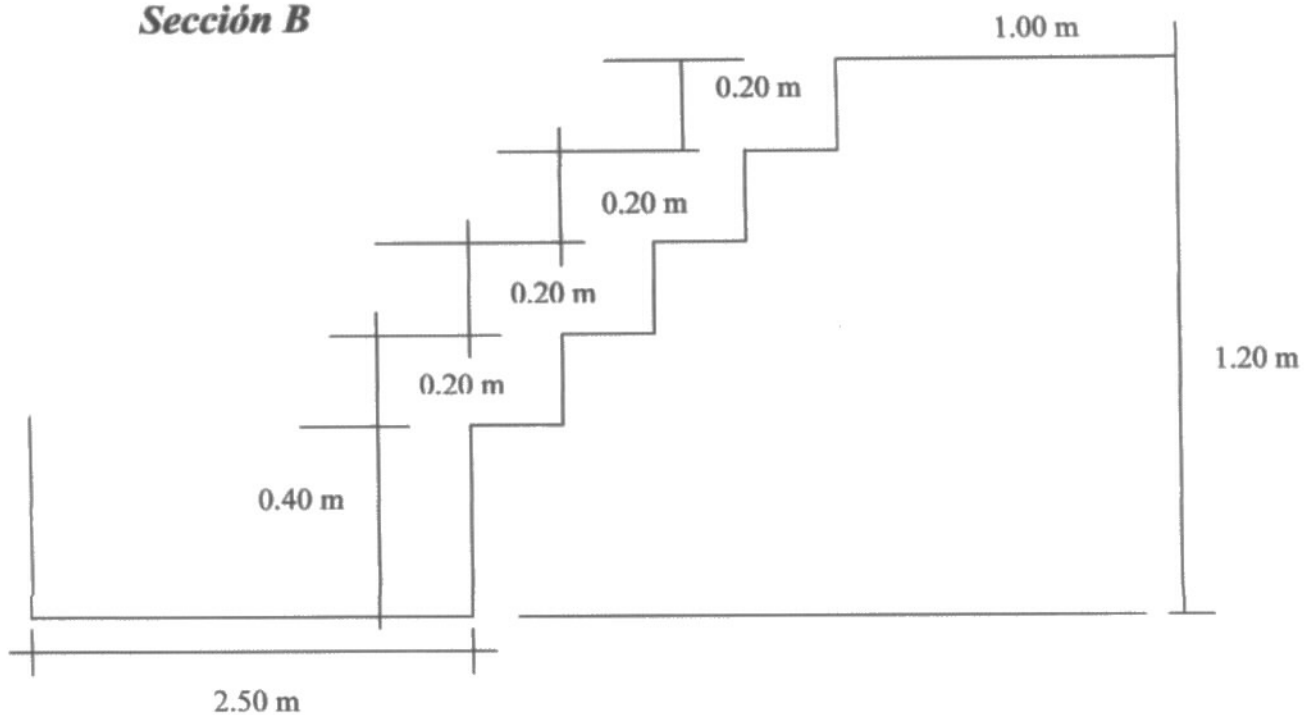
$S = 0.01$

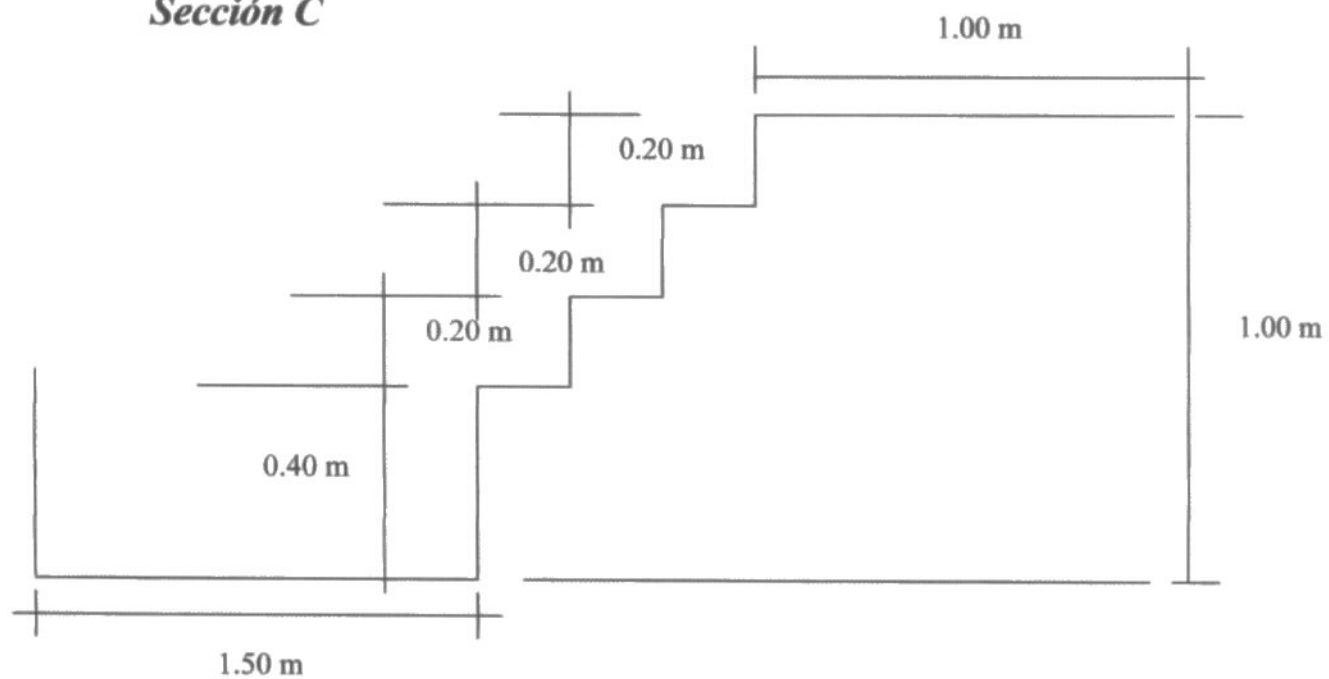
$L = 66.902 \text{ m}$

$Q = 41.61 \text{ m}^3/\text{seg}$

$N_1 = 1$ $N_2 = 1$ $n = 0.013$ $b = 3.00 \text{ m}$ $Y_n = 1.35 \text{ m}$



Sección A**Sección B**

Sección C

6.12 Diseños de Cajones

6.12.1 Cajón A

$$Q = 5.84 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$s = 0.01 \text{ m/m}$$

$$b = 2.44 \text{ m}$$

$$h = 1.83 \text{ m}$$

$$N1 = 0 \quad N2 = 0$$

$$n = 0.013$$

$$Y_o = 0.57 \text{ m} \quad Y_n = 0.5 \text{ m}$$

6.12.2 Cajón B

$$Q = 12.74 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$s = 0.001 \text{ m/m}$$

$$b = 2.44 \text{ m}$$

$$h = 1.83 \text{ m}$$

$$N1 = 0 \quad N2 = 0$$

$$n = 0.013$$

$$Y_o = 0.5 \text{ m} \quad Y_n = 1.008 \text{ m}$$

6.12.3 Cajón C

$$Q = 12.74 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$s = 0.001 \text{ m/m}$$

$$b = 2.44 \text{ m}$$

$$h = 1.83 \text{ m}$$

$$N1 = 0 \quad N2 = 0$$

$$n = 0.013$$

$$Y_o = 0.5 \text{ m} \quad Y_n = 1.008 \text{ m}$$

6.12.4 Cajón D

$$Q = 12.74 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$s = 0.01 \text{ m/m}$$

$$b = 2.44 \text{ m}$$

$$h = 1.83 \text{ m}$$

$$N1 = 0 \quad N2 = 0 \quad n = 0.013$$

$$Y_o = 0.5 \text{ m} \quad Y_n = 1.008 \text{ m}$$

6.12.5 Cajón E

$$Q = 12.74 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$s = 0.01 \text{ m/m}$$

$$b = 2.44 \text{ m}$$

$$h = 1.83 \text{ m}$$

$$N1 = 0 \quad N2 = 0 \quad n = 0.013$$

$$Y_o = 0.5 \text{ m} \quad Y_n = 1.008 \text{ m}$$

6.12.6 Cajón F

$$A = 3.05 \times 3.05$$

$$S = 0.01$$

$$L = 39.851 \text{ m}$$

$$Q = 32.02 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$N_1 = 0 \quad N_2 = 0 \quad n = 0.013 \quad b = 3.05\text{m} \quad Y_n = 1.60 \text{ m}$$

6.12.7 Cajón G

$$Q = 5.54 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$s = 0.01 \text{ m/m}$$

$$b = 2.44 \text{ m}$$

$$h = 1.83 \text{ m}$$

$$N1 = 1.0 \quad N2 = 1.0 \quad n = 0.013$$

$$Y_o = 0.5 \text{ m} \quad Y_n = 1.008 \text{ m}$$

6.12.8 Cálculo de la Sección Trapezoidal del Cajón H al borde del río

$$Q=41.61 \text{ m}^3/\text{seg}, \quad n=0.013, \quad s=0.01, \quad b=3.05\text{m}, \quad Y_n=1.96 \text{ m}$$

7. Diseño de Lagos

7.1. Diseño del Lago 1

El Área de drenaje del Lago es de 86.0 ha. El área de drenaje abarca el área de drenaje del Ojo de Agua de la Quebrada Cacao y la Quebrada Malagueto juntos.

I: intensidad de lluvia para un periodo de retorno 1:50 años, duración de 1 hora, de acuerdo con la gráfica de la cuenca más cercana del Río Chagres, $I = 5.67 \text{ pul/hora} = 144.02 \text{ mm / hora}$

$$C = 0.75$$

$$Q_E = C I A = 0.75 \times 144.02 \times 86 / 360 = 25.80 \text{ m}^3/\text{seg}$$

• Cálculo del Vertedero

Utilizando la fórmula de Francis para un vertedero con contracción:

$$Q_v = 1.838 [B - (2 H / 10)] H^{3/2}$$

$$B = 12 \text{ m}$$

$$H = 0.80 \text{ m}$$

$$Q_v = 1.838 [12 - (2 \times 0.80 / 10)] 0.80^{1.5} = 15.571 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Elev.: 65.50 Nivel de la berma del agua

65.00 Nivel del espejo de agua

Volumen del Lago 1 a:

$$H = 0.80 \text{ m}, \quad A = 44,085 \text{ m}^2 \quad V = 44,085 \times 0.80 = 35,268.0 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de llenado: } 35,268.0 \text{ m}^3 / 10.23 \text{ m}^3/\text{seg} = 3,447.50 \text{ seg} = 57.458 \text{ min}$$

Cálculo de Q mín.

$$\text{Precipitación} = 11.32 \text{ mm (Datos de ETESA)}$$

$$A = 1,120,000 \text{ m}^2$$

$$V = .01132 \times 1,120,000 \text{ MT}$$

$$Q_{\text{mín}} = 12,678.40 / 720 = 17.61 \text{ m}^3/\text{hora} = .005 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{max}} = 33.60 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Nota: El nivel de terracería deberá ser el nivel de aguas máxima + 1.50 m
= 52.121 + 1.50 = 53.621 m, en el punto de descarga al Río Juan Diaz.

7.2 Diseño del Lago 2

Área adicional : 26 Ha

$$Q_{E2} = CIA = 0.75 \times 109.22 \times 26 / 360 = 5.92 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{E2T} = 5.92 \text{ m}^3/\text{seg} + 15.571 \text{ m}^3/\text{seg} = 21.49 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Calculo del Vertedero del lago 2.

$$B = 12.00 \text{ m}$$

$$H = 0.80\text{m}$$

$$Q_{v2} = 1.838(12 - (2 \times 0.80/10))0.80 \times 1.5 = 15.571 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Elevación = 59.80 m Nivel de la berma del agua.
59.00 m Nivel del espejo de agua.

$$Q_{ET} - Q_{v2} = 21.49 \text{ m}^3/\text{seg} - 15,571 \text{ m}^3/\text{seg} = 5.92 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Area del Lago 2} = 66,369 \text{ m}^2$$

Volumen del Lago 2.

$$H = 0.80 \text{ m}, \quad V = 66,369.0 \times .80 = 53,092.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de llenado} = 53,092.20 / 5.92 \text{ m}^3/\text{seg} = 8,968.75 \text{ seg} = 149.48 \text{ min}$$

1. Tabla de Resumen de Elevaciones de Diseño.

Obra	Estaciones	Coord. Norte	Coord. Este	V (m)	Cota Inferior	Nivel Agua Máximo	Cota Estructura (1)	Cota Estructura (2)	Sección- Base (m)
Puente					47.361	52.121	-	-	
Inicio P0	OK+000.000	1008668.448	669585.243		193	193.54	194		Escalonada-Base = 1.00
Canal P0-P8				0.54					
P8	OK+347.491	1008375.035	669673.347		140.0	140.54	141.0		Sección = 2.44 x 1.83
Cajón A				0.50					
Salida P8-A	OK+377.856	1008345.113	669675.514		139.70	140.24	140.70		Escalonada-Base = 2.50
Canal (P8-A)-(P8-B)				0.40					
Entrada P8-B	OK+407.769	1008314.991	669672.358		135.00	136.008	136.83		Sección = 2.44 x 1.83
Cajón B				1.008					
Salida P8-C	OK+420.829	1008301.934	669672.017		134.86	135.86	136.69		Escalonada-Base = 2.50
Canal (P8-C)-(P8-D)				0.48					
Entrada P8-D	OK+519.685	1008210.219	669663.770		130.00	131.008	131.83		Sección = 2.44 x 1.83
Cajón C				1.008					
Salida P8-E	OK+535.505	1008196.038	669656.947		129.842	130.85	131.67		Escalonada-Base = 2.50
Canal (P8-E)-(P8-F)				0.40					
Entrada P8-F	OK+603.510	1008162.961	669599.858		115.00	116.08	116.83		Sección = 2.44 x 1.83
Cajón D				1.008					
Salida P8-G	OK+617.090	1008153.039	669590.585						
P9	OK+633.516				110.0	110.40	111.0		Escalonada-Base = 2.50
Canal (P9)-(P9-A)				0.56					
Entrada P9-A	OK+881.327	1008075.572	669428.902		105.00	106.008	106.83		Sección = 2.44 x 1.83
Cajón E				1.008					
Salida P9-B	OK+894.327	1008075.940	669415.908		104.87	105.27	106.53		Escalonada-Base = 2.50
Canal (P9-B)-(P2)				0.40					
Inicio P1	OK+000.000	1008281.276	669423.979		130.0	130.48	131.0		Escalonada-Base = 1.00
Canal P1-P2				0.48					

LICONA

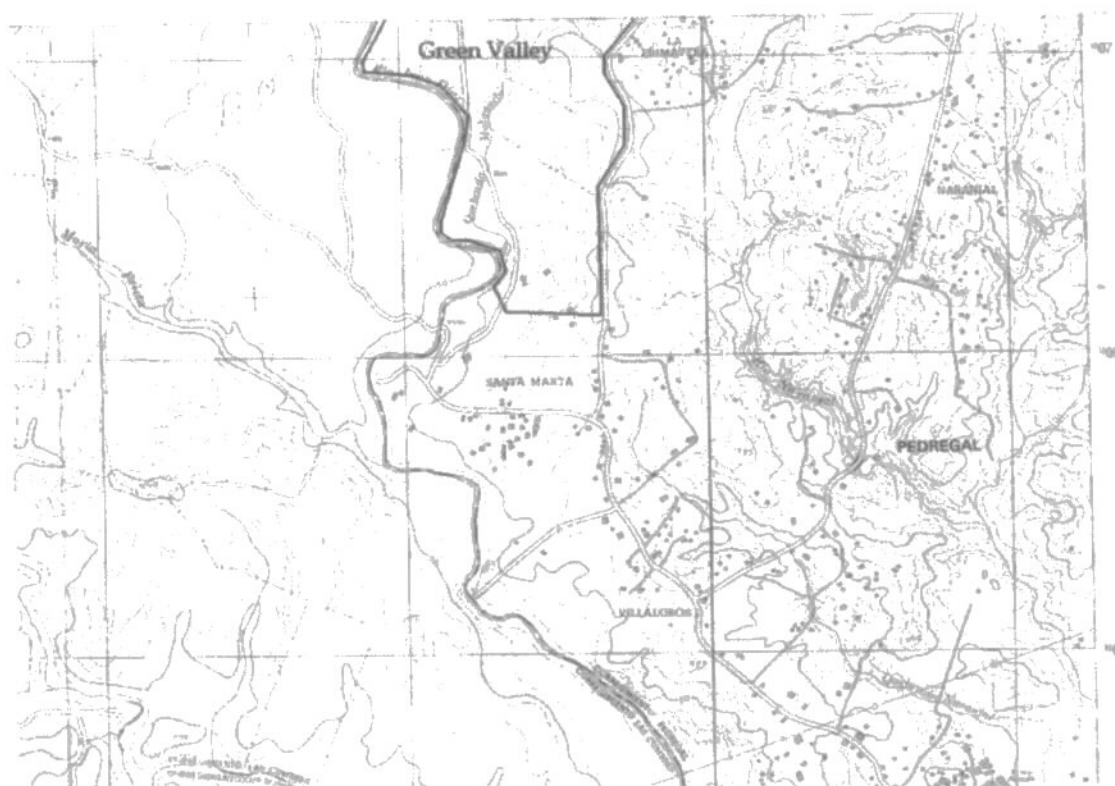
P2	0K+934.178	1008058.614	669380.233		100.0	100.40	101.0	Escalonada-Base = 2.50
P2	0K+257.213	1008058.614	669380.233	0.85	100.0	100.40	101.0	
Canal P2-(P2-A)								
Entrada P2-A	0K+877.356	1007502.490	669340.013		75.00	76.60	78.05	
Cajón F				1.60				Sección = 3.5 x 3.5
Salida P3	0K+895.842	1007488.624	669351.505		64.5	65.34	65.50	
Inicio P6	0K+000.000	1007537.207	669809.827		70.0	70.75	71.0	
Canal P6-(P6-A)				0.75				Escalonada-Base = 1.50
Entrada P6-A	0K+206.020	1007546.816	669613.795		69.00	70.008	70.83	
Cajón G				1.008				Sección = 2.44 x 1.83
Salida P6-B	0K+236.469	1007546.219	669580.342		68.665	69.67	70.49	
Canal (P6-B)-P7				0.35				Escalonada-Base = 2.50
P7	0K+344.875	1007491.329	669494.860		64.5	65.25	65.50	
P4	1K+135.026	1007240.839	669382.020		63.00	65.00	65.80	
P5	1K+732.584	1006657.067	669326.167		57.04	59.0	59.8	
Cajón H				1.96	54.60	56.56	57.65	Sección = 3.5 x 3.5
Salida P5-A	1K+765.394	1006632.780	669310.800					
Canal (P5-A)- Final				1.35				Base = 3.00
Final del alineamiento	1K+806.128	1006582.923	669279.372					

Anexos

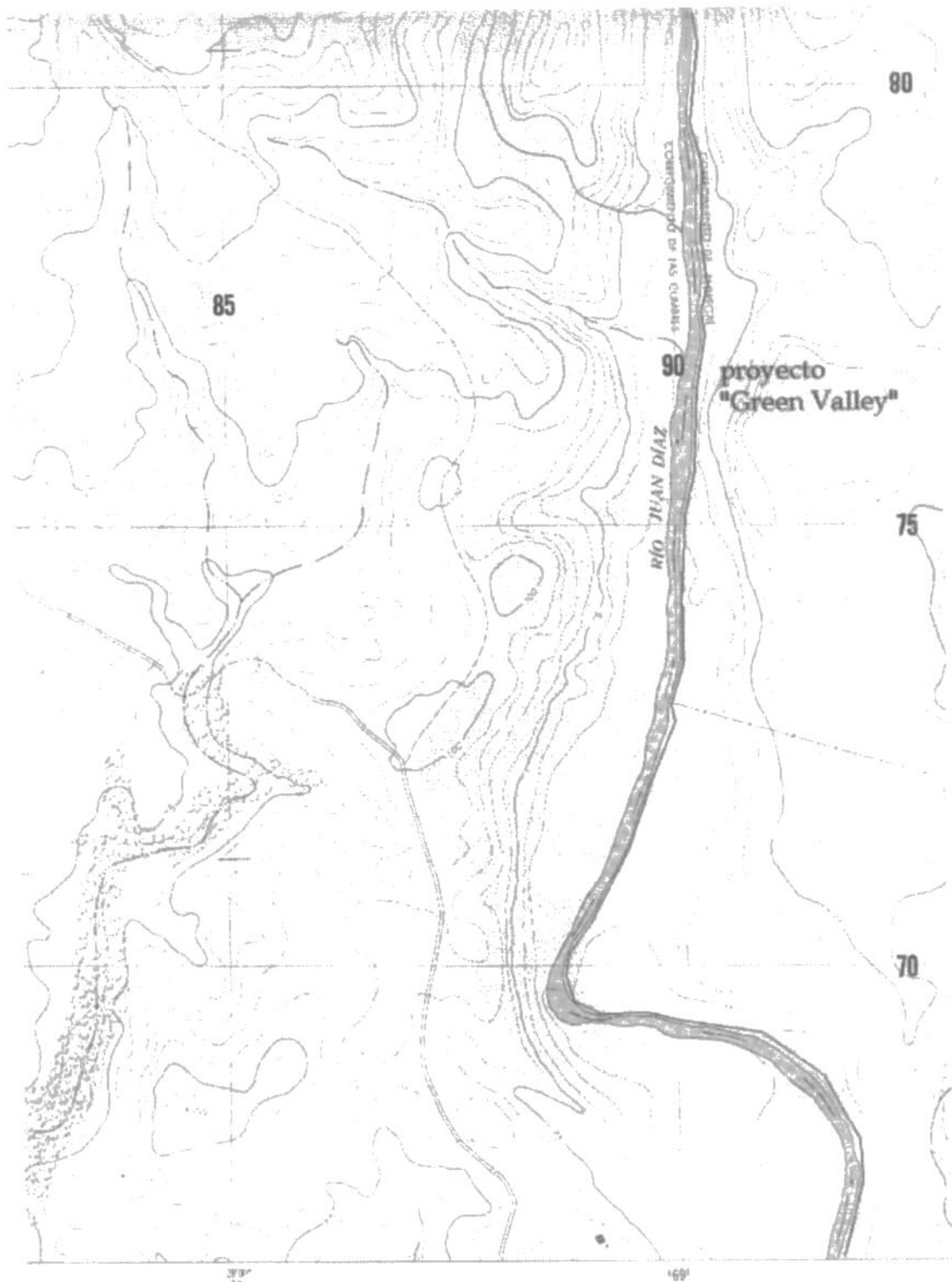
LICONA

Anexo 1

Copia de Mosaico 1:12,500
Hoja No 8

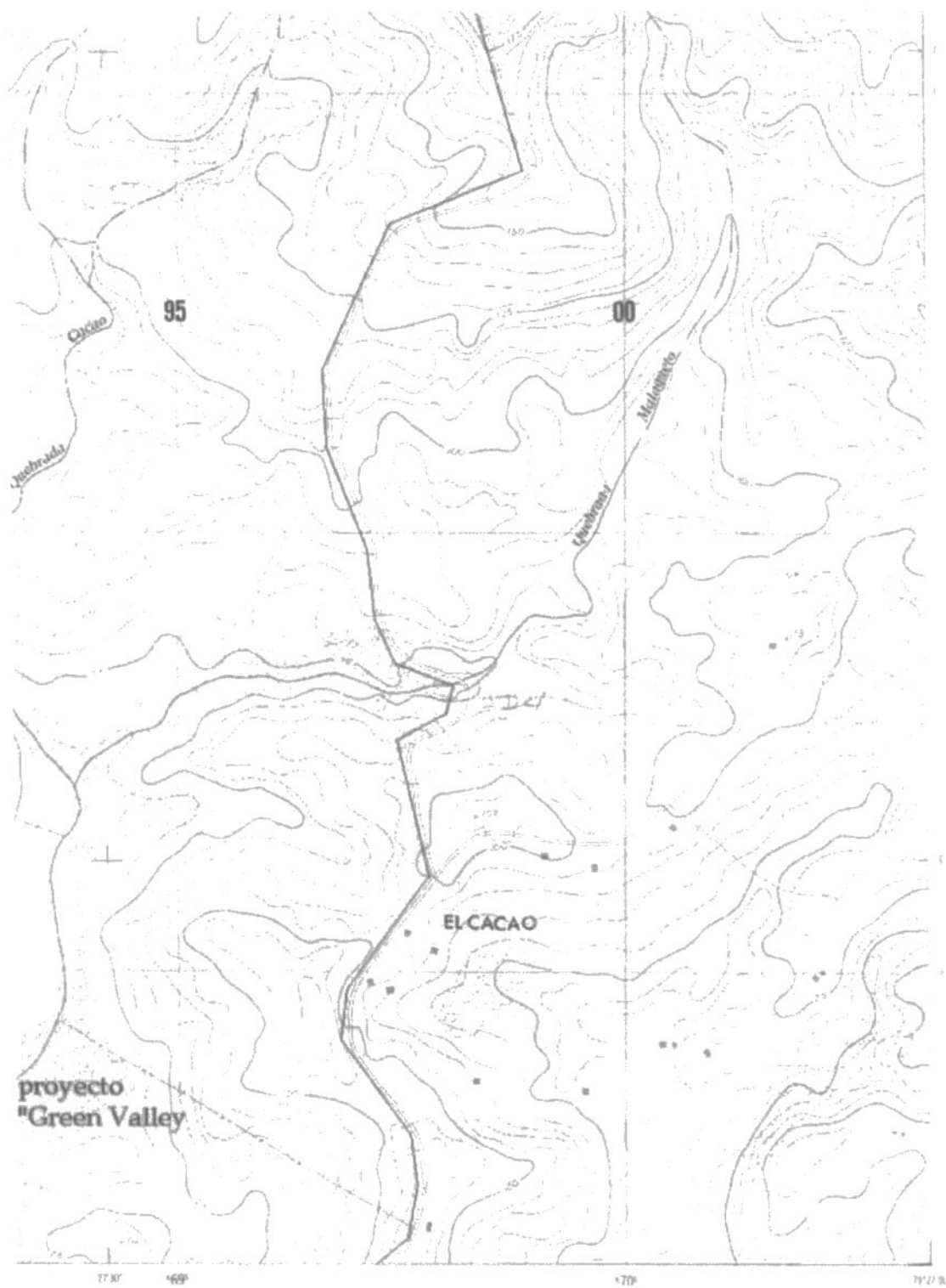


Copia de Mosaico 1:5,000 - Hoja No 4343-III 6-A



LICONA

Copia de Mosaico 1:5,000 Hoja No 4343-III 6-B



LICONA

Anexo 2

Vistas Fotográficas del Río Juan Díaz



Vistas Fotográficas de la quebrada Malagueto (vado)

