

Cuadro 3.1
Información general de la cuenca del Río María Linda

Código	1.13
Área de la cuenca (km)	2572
Precipitación (mm)	1895
Evapotranspiración (mm)	1649
Escorrentía (mm)	734

El río Platanitos se origina con varios afluentes en las cotas entre 1900 y 2260 msnm. Los afluentes más importantes son los ríos Chimachoy, Mashui y Panimaquim. El río Platanitos se une al de Villalobos a la altura de Villa Canales. La longitud del cauce más largo, hasta el sitio de control de la cuenca es de 16.2 km. La pendiente media del cauce es de 6%. En cuanto a las elevaciones, la elevación máxima de la cuenca es 2,434 msnm, mientras que la elevación mínima, ubicada en el sitio de control es de 1,286 msnm. La elevación media de la cuenca es de 1,490 msnm. La topografía de la cuenca es muy accidentada arriba de la cota 1,500, mientras que es relativamente plana por debajo de la misma. Las pendientes del terreno predominantes arriba de la cota 1,500 oscilan entre 10 y 40 %, mientras que las partes planas entre 1 y 5 % (Orozco, Randmets y Franco 2005).

3. Régimen de lluvias. Dentro de la cuenca del río Platanitos existe información de observación directa de la lluvia, en la estación Villa Nueva la información disponible corresponde a lluvia mensual para el período de 1940 a 1972. Con respecto a registros de lluvia diarias solamente se dispone para el período de 1964 a 1969. Cerca de la cuenca existen varias estaciones con registros de diferentes longitudes normalmente menores a los 10 años. Entre las estaciones que poseen un buen registro es la estación INSIVUMEH (ver cuadro 3.2), ubicada a unos 8km. de la estación Villa Nueva y a unos 10 km. del centroide de la cuenca del río Platanitos.

Cuadro 3.2

Características de las estaciones meteorológicas usadas para los análisis de lluvias en la cuenca en estudio

CODIGO	NOMBRE	MUNICIPIO	E (msnm)	LAT	LON
06.01.00	Insivumeh	Guatemala	1502	143511	903158
06.02.02	San Bernardo	Amatitlán	1210	142618	903351
06.10.01	Exp. Incap	Sn Juan Sac	1845	144300	903900
06.16.04	Sn A. Las Minas	Villa Canales	1300	143150	903112
06.17.01	Villa Nueva	Villa Nueva	1420	143130	903518

Comparando la lluvia registrada en la estación Villa Nueva en el período disponible (1940-1972) la lluvia media anual es de 1,210 mm. Para ese mismo período la lluvia reportada por la estación INSIVUMEH es de 1,227 mm. Estos valores son muy similares. Por otro lado, considerando la tendencia de las isoyetas medias anuales publicadas por el INSIVUMEH en el Atlas Climatológico de la República de Guatemala en el año 2004, se estima aceptable considerar que el régimen de lluvia en la cuenca es similar a la lluvia registrada en INSIVUMEH. Para el período de registro de 1929 al 2004 en la estación INSIVUMEH, se tiene que la lluvia media anual es 1,187 mm, de los cuales el 94% cae en la época lluviosa (mayo-octubre). Los meses más lluviosos son junio y septiembre en los cuales cae, en cada uno de esos meses, el 21% de la lluvia anual (Orozco, Randmets y Franco 2005).

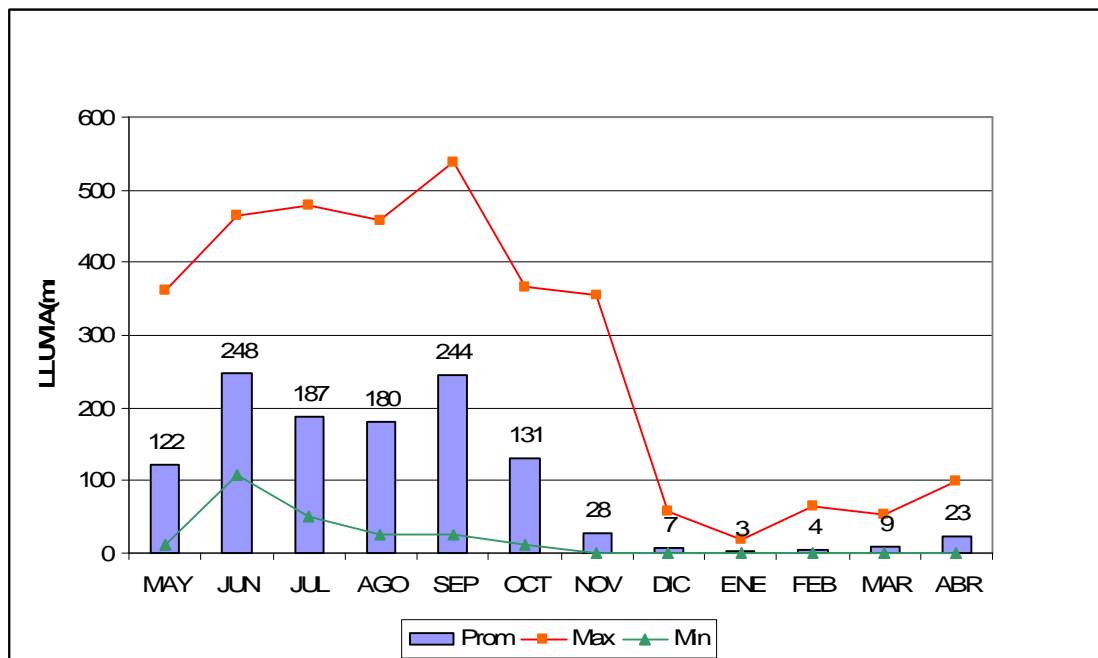
Una imagen de la variación de la lluvia a lo largo del año se muestra en el Cuadro 3.3 y la Figura 3.1. Considerando la variación de las lluvias en la estación INSIVUMEH como válida para la cuenca, se tiene que la lluvia mensual puede alcanzar valores de 465 y 558 mm en los meses más lluviosos (junio y septiembre, respectivamente).

Cuadro 3.3

Variación interanual promedio de las lluvias mensuales y los rangos (máximos y mínimos) de la lluvia mensual observados en la estación INSIVUMEH

	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
PROM	122	248	187	180	244	131	28	7	3	4	9	23
MAX	361	465	479	458	538	366	356	58	19	64	53	99
MIN	11	107	51	26	26	12	0	0	0	0	0	0

Figura 3.1
Representación gráfica del Cuadro 3.3



4. Usos del suelo. De acuerdo a fotografía aérea (Apéndice 2) que cubre parte de la cuenca hoja cartográfica de la ciudad de Guatemala, y principalmente al reconocimiento directamente en la cuenca, se estima que el uso de la tierra actual es en 36% de bosque mixto (coníferas, principalmente ciprés, pino y latifoliadas, principalmente roble y encino, principalmente en la parte alta de la cuenca, arriba de la cota 1,500 msnm; 20% es de cobertura arbustiva y pastos; 25% de cultivos limpios, hortaliza y café, mientras que un 19% es de urbano relativamente denso. El uso de la tierra en la cuenca está cambiando, principalmente por nuevos desarrollos urbanísticos, ya que gran parte de la cuenca, es relativamente plana. Para la determinación de crecidas de diseño, para el río Platanitos, se considera conveniente utilizar las características de uso de la tierra en el futuro cercano. Por lo que, se ha estimado que el área con uso urbano actual y potencial es de orden del 35%, mientras que el uso agrícola se estima en 20% quedando un 15% área de pastos y arbustivo, y 30% de áreas con bosque (Orozco, Randmets y Franco 2005).

5. Metodología de cálculo. En la cuenca en estudio, no existe monitoreo hidrológico, como es de esperarse, ya que es una cuenca, relativamente muy pequeña. Por tal razón, la estimación de caudales con diferente frecuencia de ocurrencia se hace a través de métodos indirectos. Para el caso particular, se emplean tres métodos: método del análisis regional de crecidas, método del hidrograma unitario paramétrico del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de EUA y método racional (Orozco, Randmets y Franco 2005).

a. Análisis regional de las crecidas. La estimación de caudales máximos de crecidas en el sitio de control de la cuenca, se hace en base al análisis estadístico de valores extremos registrados en estaciones hidrométricas ubicadas en cuencas a lo largo de la cadena volcánica de Guatemala y que drenan hacia el océano Pacífico, así como cuencas de la región hidrológica III de Guatemala (INSIVUMEH 2004). En total se usa información de 21 estaciones (ver cuadro 3.4), las que se consideran pertenecen a una misma región hidrológica (III), las cuales drenan hacia el océano Pacífico. Este método consiste en determinar una relación entre la crecida índice y parámetros morfométricos de las respectivas cuencas. En este caso, el parámetro morfométrico determinante en la magnitud de caudales generados es el área de la cuenca tributaria.

Cuadro 3.4

Estaciones hidrométricas usadas en el análisis regional de crecidas

CÓDIGO	NOMBRE	RIO	ÁREA (km ²)	QMM (m ³ /s)	N (años)
1.01.01.01	Cunlaj	Guatemala	141	36	11
1.05.01.01	Candelaria	Samalá	861	70	23
1.05.01.02	Cantel	Samalá	701	85	24
1.05.01.04	El túnel	Samalá	709	39	24
1.07.01.01	Sta. Cat. Ixtahuacán	Anúlate	145	19	14
1.07.01.02	Paquib	Yatzá	38	1.3	14
1.08.02.01	Concepción Potrero	Panajachel	38	5.4	15
1.09.01.01	Panibaj	Madre Vieja	165	23	15
1.09.01.03	Santo Tomás Perdido	Santo Tomás	22	1.7	12
1.10.02.01	La Presa	Xayá	75	3.9	11
1.12.03.01	Alotenango	Guacalate	328	29	17
1.11.01.01	La Gomera	Acome	212	95	8

Continuación Cuadro 3.4

1.13.01.01	Las Guacamayas	María Linda	672	218	13
1.13.03.05	Agua Caliente	Aguacapa	343	78	21
1.13.05.02	Las Lomas II	Aguacapa	321	91	28
1.13.06.19	El Calvillo	Gorrión	40	5.4	9
1.15.01.01	La Sonrisa	Esclavos	966	273	38
1.15.01.02	Poza Escondida	Tapalapa	55	31	13
1.15.01.04	Sinacantán	Esclavos	1234	146	17
1.15.03.01	Chiquimulilla	Margaritas	590	585	12
1.16.01.01	El Jobo	Paz	1596	812	13

1) Información disponible. Para este análisis se hace uso de los registros disponibles de caudales máximos en 21 estaciones hidrológicas, con diferente longitud de registro, variando entre 8 y 28 años. En el Cuadro 3.4 se muestra un resumen de las estaciones utilizadas para el presente análisis. La información fue obtenida de los boletines hidrológicos publicados por el INSIVUMEH y EI INDE (INSIVUMEH 2004 b).

2) Relación área-crecida índice. La relación entre el promedio de los caudales máximos (crecida índice) QMM (m^3/s) y el área tributaria, A (km^2) se obtuvo mediante regresión. El QMM se refiere al promedio aritmético de las respectivas series de caudales anuales máximos instantáneos. La relación A-QMM resultante, de esta manera se representa mediante la Ec. 1.1.

$$QMM=0.05A^{1.21} \quad (1.1)$$

Por razones de conservadurismo en los análisis se considera una curva envolvente a todos los datos observados en la región de análisis, obteniéndose la relación (Ec.1.2)

$$QMM=0.23A^{1.21} \quad (1.2)$$

Considerando que el área de la cuenca, hasta el sitio de control, es de 39 km^2 , se estima que el QMM es de 20.8 m^3/s (Orozco, Randmets y Franco, 2005)

3) Distribuciones de frecuencia. Para el análisis estadístico se considera en el presente trabajo, conveniente comparar el análisis de frecuencia utilizando siete distribuciones teóricas de frecuencia. Estas son: Valor extremo Generalizando (VEG), distribución Logística Generalizada (LG), pearson Tipo III (PIII) y Log-Normal con tres parámetros (LN), Gumbel (G), Log-Pearson III (LPIII) y Log-Gumbel (LogG). Todas son de tres parámetros. La estimación de los respectivos parámetros se usan dos métodos: Momentos Lineales, ponderados probabilísticamente (ML) y momentos convencionales (M). Debido a que las 21 series son de diferentes magnitud y extensión, los datos respectivos se estandarizan para poder compararlos. Esta estandarización se hace dividiendo el valor de cada serie entre el respectivo promedio aritmético, a esta relación se le denomina K, la cual, obviamente es adimensional (Orozco, Randmets y Franco 2005).

4) Cálculo de caudales máximos. Para el cálculo de los caudales máximos asociados a diferentes períodos de retorno, en el sitio de interés, se usa la Ec. 1.3

$$Q_{Tr} = Q_{MM} * K_{Tr} \quad (1.3)$$

Donde Q_{Tr} es el caudal para el período de retorno Tr , Q_{MM} es la crecida índice (Ec. 1.2) m y K_{Tr} es la crecida modular (o estandarizada) dependiendo de la curva que se considere razonable. Para la cuenca en estudio, se considera apropiado utilizar la curva envolvente. En el Cuadro 3.5 se muestra los caudales estimados (Orozco, Randmets y Franco 2005).

Cuadro 3.5

Caudales estimados, para la cuenca del río Platanitos, en base a la curva Envolvente regional de frecuencia.

Tr (años)	1000	500	100	50	25	20	10	5	2
K_{Tr} (-)	7.6	6.80	5.15	4.06	3.92	3.73	3.15	2.6	1.8
Q_{Tr} (m ³ /s)	158	142	107	85	82	78	66	54	37

b. Hidrograma unitario sintético. Este método consiste en la estimación del hidrograma de una crecida originada por un evento de lluvia determinado. Debido a la limitación de información de caudales registrados simultáneos con datos de lluvias, se usa el hidrograma paramétrico del SCS. La estimación de la precipitación efectiva que da origen al caudal deseado, se obtiene a partir del método de la curva número, CN, del SCS (HEC 2000).

1) Lluvia de diseño. El método del hidrograma unitario sintético requiere de la magnitud de una tormenta de diseño y su respectiva distribución en el tiempo de duración de la misma (histograma). Para la cuenca en estudio, se elige utilizar eventos de lluvia de 24 horas de duración. Esta duración es mayor que el tiempo de concentración (t_c) de la cuenca (100 min, ver Tiempo de concentración). Normalmente, las tormentas que generan escorrentía importante, en el sitio de control, son las que tienen una duración mayor que t_c , muchos concuerdan que es alrededor de cuatro veces t_c . Estudios en los Estados Unidos sugieren que la duración más frecuente de tormentas que producen escorrentía es de alrededor de 12 horas, y normalmente se recomienda usar eventos de 24 horas (HEC 2000).

En virtud de que los registros de lluvias máximas con 24 horas de duración es muy limitada, los análisis se basan en series de tiempo de la máxima anual de lluvias diarias. La precipitación diaria no necesariamente es igual a un evento de 24 horas de duración. En Guatemala se usa un factor de conversión de lluvia diaria a un evento de 24 horas de 1.13. (INSIVUMEH 1980)

Las estaciones cercanas a la cuenca con registros de lluvia diaria adecuada son: INSIVUMEH, Sn A. Las Minas, Sn Bernardo y Exp. INCAP. A las series de tiempo de la máxima anual de lluvias diarias extraídas de estas estaciones y transformadas con el factor indicado se les aplica un análisis de frecuencia. Este análisis consiste en el ajuste de 7 distribuciones teóricas de frecuencia: valor extremo generalizado (VEG), logística generalizada (LG), pearson III (PIII), Log

Pearson III (LPIII); Log Normal (LN) con tres parámetros, Gumbel (G) Log Gumbel (LogG), cuyos parámetros se determinaron mediante el método de momentos lineales ponderados probabilística mente (ML) y el método de momentos (M). Un resumen de resultado de los análisis se muestra en el cuadro 3.6 (Orozco, Randmets y Franco 2005).

Cuadro 3.6

Valores de lluvia máxima en 24 horas asociadas a diferentes períodos de retorno en base a las series indicadas y las distribuciones que mejor se ajustan

Tr (años)	SN BERNARDO	INSIVUMEH	EXP. INCAP	SN A. LAS MINAS
1000	354	290	305	293
500	299	259	265	250
100	197	195	188	172
50	162	171	161	146
30	140	154	143	130
25	133	148	137	124
20	124	141	129	118
10	100	120	109	100
5	80	100	91	84
2	58	75	70	64

Para la cuenca en estudio se considera conveniente usar los valores provenientes del análisis de la estación INSIVUMEH, por razones de conservadurismo y en virtud de que los análisis se basan en una serie de 77 años, lo que da mayor solidez a los resultados. Por otro lado, los valores obtenidos para la estación INSIVUMEH se le afecta por un factor de reducción de 0.96, para trasladar los valores puntuales a un área de 39 km² (Orozco, Randmets y Franco 2005).

Para un período de retorno de 100 años la magnitud de la lluvia para una duración de 24 horas es de 195 mm para la estación INSIVUMEH y para la cuenca en estudio es de 188 m. Este valor es igual también al promedio ponderado de los valores obtenidos para las cuatro estaciones indicadas. Durante el ciclón tropical Mitch en 1998, la lluvia máxima observada en la estación INSIVUMEH fue de 198 mm en 24 horas, el cual es el mayor valor

observado en el período de registro de dicha estación (Orozco, Randmets y Franco 2005).

2) Curva número. La curva número, CN, se estima de acuerdo a lo observado en el campo, a fotografía aérea y al mapa cartográfico de la Ciudad de Guatemala. Se estima que un 35% del área de la cuenca es de uso urbano, 20% de uso agrícola, 15% de pastos y matorral y 30% con cobertura boscosa (ver Usos del suelo). Por otro lado, la capacidad de drenaje del suelo es considerado muy bueno debido a la alta capacidad hidráulica (Orozco, Randmets y Franco 2005).

Con base a lo anterior, la CN para la cobertura urbana se estima en 72, 58 para la parte agrícola y 30 para la cobertura vegetal natural (bosque, matorral y pastos). La CN ponderada para la cuenca es de 50. Para ser más conservadores, se considera la ocurrencia del evento de diseño cuando las condiciones de humedad antecede de la cuenca (por eventos de lluvia precedentes) son altas. En este caso, la CN es de aumenta a 70. Este es el valor que se usa en los cálculos de escorrentía directa (Orozco, Randmets y Franco 2005).

3) Caudales pico. En el cuadro 3.7 se presentan los caudales deducidos mediante este método. Los caudales pico se estiman considerando que el tiempo de concentración de la cuenca es del orden de los 100 min y el tiempo al caudal pico de 70 min y el tiempo de retardo de 60min; y el área de la cuenca tributaria es de 39km². Para las tormentas en 24 horas con Tr de 100 años (188 mm), se dedujo el respectivo hidrograma paramétrico del SCS. El caudal pico que se origina es de 144 m³/s, para un Tr de 100 años. El volumen total que escurre en la cuenca debido a una crecida como la indicada es de 3.9 Mm³. (Orozco, Randmets y Franco 2005). Según el hidrograma elaborado para la tormenta indicada en el estudio de Orozco, se tiene que para t=9 hr el caudal es de 144.4 m³/s.

Cuadro 3.7
Caudales pico estimados (QTr), para la cuenca del río Platanitos, con base al método del SCS utilizando lluvia en 24 horas (PTr)

Tr (años)	1000	500	100	50	30	25	20	10	5	2
PTr (mm)	279	249	188	164	148	142	135	115	96	72
QTr (m ³ /s)	278	233	144	111	91	83	75	52	32	12

c. Fórmula racional. La fórmula racional (Ec 1.4) es aplicable, normalmente, a cuencas muy pequeñas; sin embargo, en este trabajo ha sido considerado, a pesar de la magnitud del área tributaria, con fines comparativos.

$$Q_{rt} = \frac{C_i I_{Trt} A}{3.6} \quad (1.4)$$

Donde Q_{Trt} es el caudal pico [m³/s] para un período de retorno Tr ; es el coeficiente de escorrentía [-]; i es la intensidad de precipitación [mm/hr] para un período de retorno Tr y duración t igual al tiempo de concentración de la cuenca tributaria, t_c [min]; y A es el área de la cuenca tributaria [km²] (Orozco, Randmets y Franco 2005)

1) Tiempo de concentración. El tiempo de concentración, t_c , se estima mediante dos métodos distintos: KIRPICH e hidráulico. En el primero el t_c está en función de parámetros morfométricos de la cuenca, como elevaciones y longitud del cauce principal hasta la divisoria de la cuenca; el segundo se basa en la definición de la velocidad. Los valores obtenidos son, respectivamente: 98 y 102 min. El valor de t_c , que reconsidera razonable para la cuenca en estudio, es de 100 min (Orozco, Randmets y Franco 2005)

2) Coeficiente de escorrentía. El coeficiente de escorrentía, C , se estima en base a las características hidrológicas observadas en el campo y en

mapas de cobertura del suelo. Para la cobertura boscosa y arbustiva se estima una C de 0.10, mientras que para las áreas urbanas 0.60 y las áreas agrícolas 0.15. El valor ponderado para la cuenca es de 0.29 (Orozco, Randmets y Franco 2005).

3) Intensidad de lluvia. La intensidad de lluvia se obtiene a partir de las curvas de duración-intensidad-frecuencia (DIF). Para el área bajo estudio se usa las curvas deducidas para la estación INSIVUMEH, (06.01.00). Estas curvas han sido deducidas basadas en información de 35 años de tormentas. La curva DIF, para un Tr de 100 años, para esta estación se representa, matemáticamente por:

$$i = \frac{890}{(t_c + 2)^{0.649}} \quad (1.5)$$

Para un período de retorno de 100 años, la intensidad de lluvia obtenida mediante la Ec. 1.5 es de 44 mm/hr (INSIVUMEH 2002a).

4) Caudal pico. En el cuadro 3.8 se muestran los caudales pico estimados mediante el método racional. Para un período de retorno de 100 años el caudal pico estimado es de 139 m³/s (Orozco, Randmets y Franco 2005).

Cuadro 3.8
Caudales pico estimados (Q_{Tr}), para la cuenca del riachuelo de Santa Rosita, en base al método racional

Tr (años)	100	50	30	25	20	10	5	2
i _{Tr} (mm)	44	43	40	39	38	33	28	21
Q _{Tr} (m ³ /s)	139	134	127	124	119	103	88	66

d. Crecidas observadas. En los últimos años se han observado, las crecidas durante el ciclón tropical Mitch en octubre-noviembre de 1998 y otra ocurrida el 28 de junio de 2003. En estas crecidas los niveles del agua en algunos tramos del río Platanitos por su paso en Villa Nueva alcanzó entre 3 y 4 m arriba del fondo del cauce para tramos angostos. Una estimación de la

magnitud del caudal de dichos eventos no se cuenta. La información indicada fue obtenida de observaciones de personal del departamento de Agua de la Municipalidad de Villa Nueva y algunos vecinos consultados (Orozco, Randmets y Franco 2005).

B. Estudio geológico

1. Geomorfología. Utilizando el análisis geomórfico, se tratará de distinguir los diferentes procesos que puedan afectar a Alamedas de San Miguel y colonias vecinas tanto a las obras físicas como para la seguridad de sus seres humanos a tanto corto como a mediano plazo. Todo lo anterior originado por la combinación de variables complejas tanto de origen geodinámico externo de la superficie de la tierra como por la actividad antrópica. La interacción de ambos factores, resulta en diversos fenómenos complejos que al final de cuentas, viene a provocar serios problemas económicos y la perturbación del desarrollo normal de la vida humana (Orozco, Randmets y Franco 2005).

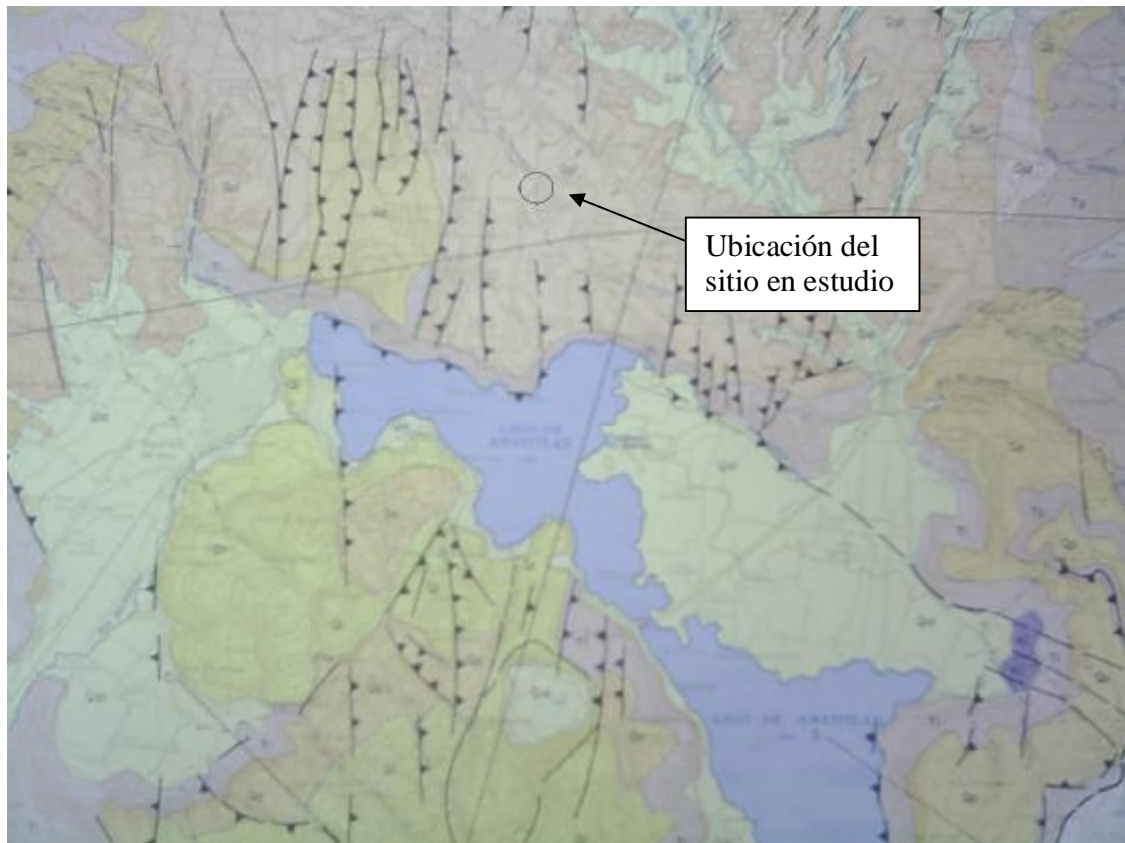
La unidad fundamental para el análisis geomórfico, para este caso particular, viene a ser la cuenca hidrogeográfica del río Platanitos. El valle del río Platanitos, en términos generales presenta una orientación desde el noroeste hacia el sureste (Figura 3.2). Aparentemente, esta orientación no obedece a un control estructural (falla o fractura) sino que al tipo de materiales suaves que son fácilmente erodibles y de origen volcánico (Orozco, Randmets y Franco 2005).

La cabecera del río muestra una fuerte pendiente y a la altura del proyecto, la misma es bastante suave. El ciclo geomórfico se encuentra en estado de juventud por cuanto su valle no se encuentra ensanchado ni muy profundizado.

Una característica es la presencia de pequeños meandros que se han formado debido al choque continuo del agua contra una pared del valle. El eje de estos meandros en el área del proyecto se encuentra en dirección casi norte sur

y de acuerdo con la geología, son zonas de debilidad originadas por fallas geológicas con esta misma dirección (Ver Figura 3.2) (Orozco, Randmets y Franco 2005).

Figura 3.2
Mapa Geológico de la zona



El río no ha alcanzado su perfil de equilibrio ya que sigue erosionando y profundizando el valle. Su desarrollo longitudinal termina al confluir en el río Villalobos, aguas abajo del proyecto (Orozco, Randmets y Franco 2005).

A poca distancia hacia el sur a aproximadamente 100 m, existe un zanjón mas o menos paralelo al del Platanitos con paredes verticales y desarrollo de pequeños meandros y su profundidad es similar al río mencionado. Durante el trabajo de campo no se le observó que transportara fluidos (Orozco, Randmets y Franco 2005).

El río Platanitos permite identificar aproximadamente, dos zonas importantes de comportamiento geomorfológico:

- La zona caracterizada por ser productora de sedimentos con flujo superficial típicamente torrencial, formada en la zona montañosa alta ya de los tributarios
- La zona definida en la parte baja del río como una zona típica de depositación de sedimentos con régimen hidráulico tranquilo, caracterizada por un lecho de baja pendiente.

De acuerdo con estudios de fotos aéreas, puede señalarse que durante las últimas décadas, la fisonomía general de la cuenca no ha manifestado cambios bruscos a excepción de la formación de meandros y constante erosión y transporte de sedimentos (Orozco, Randmets y Franco 2005).

En resumen, puede señalarse como elemento particular de la cuenca hidrográfica del río Platanitos, la dinámica que mantienen los eventos naturales y las frecuentes alteraciones antrópicas. Esto crea condiciones desfavorables para la producción y transporte de sedimentos. Definiéndose a partir de un proceso natural en el equilibrio más o menos estable, el cual es transformado por intermedio de la dinámica que le estampa la labor humana y dentro del campo de las probabilidades puede aparecer el fenómeno catastrófico por medio de los sismos, huracanes, etc. De esta forma, la evolución futura en cuestión de riesgos y peligros es grande (Orozco, Randmets y Franco 2005).

2. Geología superficial. La totalidad de los depósitos que afloran en la cuenca, son producto de erupciones volcánicas de edad Terciario Superior al Cuaternario. Estos depósitos alcanzan bastante espesor. El área del proyecto se encuentra dentro del valle de Villa Nueva que es una prolongación del valle de la ciudad Capital y geológicamente, se encuentra dentro del área norte de la

antigua caldera del lago de Amatitlán, producto del desplome de la misma y cuyo origen es de tipo volcánico-tectónico originado por el colapsamiento del bloque donde hoy se encuentra el lago de Amatitlán y el pequeño delta del río Villalobos. Posterior al colapsamiento, hubieron sucesivas efusiones volcánicas (Orozco, Randmets y Franco 2005).

A continuación se expone la descripción de los sedimentos eólicos de interés para la cuenca del río Platanitos:

Los depósitos de caídas de cenizas (Tetras) forman mantos continuos de espesor muy constante y no varían con la elevación topográfica. En el área de estudio se desconoce el espesor total de estos depósitos pero superficialmente se observaron espesores de 20m en el valle del río Platanitos. Su distribución depende de la ubicación del punto de efusión, de la duración de la erupción, de la cantidad y del tamaño granulométrico del material arrojado y de la dirección del viento. Cerca del punto de efusión, estos depósitos tienen un espesor máximo, mayor porcentaje de fracción gruesa y no muy bien clasificado. A mayor distancia, el espesor disminuye y la granulometría es mas fina y la clasificación (homogeneidad en el tamaño de las partículas) es mejor. En el proyecto afloran sedimentos de granulometría fina y bien clasificada (Orozco, Randmets y Franco 2005).

En términos generales, esta formación geológica consiste en una mezcla de tetras (todos los fragmentos volcánicos que durante la erupción, son expulsados desde un cráter u otro tipo de ventana volcánica y transportados a través del aire Incluye polvo, ceniza, lapilli, escorias pómez, bombas volcánicas y bloques rocosos). (Orozco, Randmets y Franco 2005).

Su composición mineralógica es cuarzosa con colocaciones grises a pardo claro que fueron transportadas a través del aire (depósitos de caídas de ceniza) y que en el sitio muestran estratificación horizontal. En la parte superior de la

cuenca, afloran estratos de pómez blanco de granulometría gruesa, textura vesicular. En ciertas partes de la cuenca, estos materiales han sido re TRABAJADOS y depositados por corrientes fluviales. Se encuentran bien consolidados y son muy porosos y permeables así como fácilmente erosionables. Cuando se saturan de agua son propensos a deslizamientos y en esto seco provocan desprendimiento de laderas y taludes (Orozco, Randmets y Franco 2005).

3. Geodinámica externa. Geodinámica externa se define como todos aquellos procesos naturales que modifican el paisaje o formas de la superficie de la tierra. Dentro de estos fenómenos reincluyen movimientos en masa, derrumbes, erosión y transporte, subsidencias del suelo, deslizamientos, flujos de barro, etc. (Lovell 1987).

A continuación se mencionan los principales riesgos derivados de la geodinámica externa para el proyecto y colonia circunvecinas.

Se llama riesgo a la probabilidad de ocurrencia, dentro de un plazo dado, de un fenómeno natural que cause, en un lugar determinado, cierto efecto definido como pérdidas o daños determinados. El riesgo depende fuertemente de la cantidad y tipo de asentamientos humanos localizados en el lugar donde ocurren estos fenómenos (Lovell 1987).

a. Erosión. Este fenómeno principalmente es causado por la acción de agua y a su vez, para el proyecto, por la actividad hidráulica del río Platanitos. Este fenómeno es el que actualmente se observa a ambos márgenes del río y del zanjón al sur del mismo.

Dentro de la mecánica del movimiento de las partículas, esencialmente un grano puede moverse a través de un fluido en tres formas diferentes: Por rodamiento, saltación o en suspensión. Para nuestro caso particular, interesa el sedimento transportado en suspensión ya que en el caso de construirse

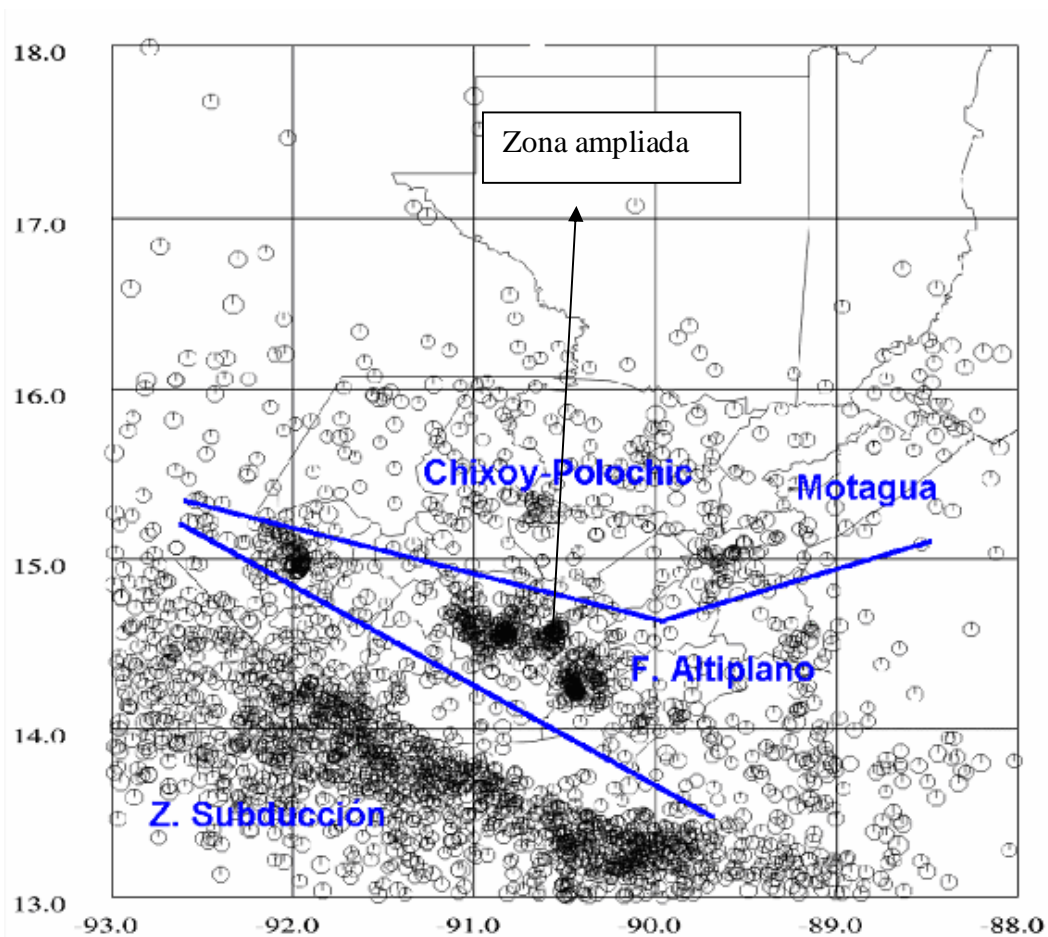
pequeños diques, se provocaría la sedimentación de las partículas de arena, limo y arcilla que vendrían a disminuir el volumen de transporte del río y suscitaría ascenso del nivel de agua con la consiguiente inundación y el eventual cambio del cauce (Lovell 1987).

El patrón meándrico que muestra el río Platanitos a la altura del proyecto, el flujo del agua es helicoidal en las curvas con una componente superficial contra la margen exterior y una componente de fondo contra la margen interior y las velocidades máximas ocurren en la margen exterior. Este patrón de flujo muestra que la margen convexa interior es el lugar de depositación de sedimentos, mientras que la margen cóncava exterior, es el sitio de erosión. Este caso es lo que sucede en el extremo sur de Jardines de la Virgen (Orozco, Randmets y Franco 2005).

La erosión en la margen exterior es influenciada por la naturaleza del material de la ladera, principalmente constituida por cenizas volcánicas retrabajadas de diversa granulometría que por su poca cohesión es fácilmente erodible. A su vez, por su porosidad alta, se pueden sobresaturar y provocar el desplome de la ladera (Orozco, Randmets y Franco 2005).

b. Riesgo sísmico. De acuerdo con las normas recomendadas número 2 de AGIES todo el proyecto y áreas circunvecinas, se encuentran dentro de la Zona 2 de la Macro Zonificación Sísmica de Guatemala. Esto significa que la zona está caracterizada –según AGIES- por un índice de sismicidad (I0) de de con una aceleración máxima efectiva del terreno (A0) correspondiente al sismo básico de diseño (sismo que tiene 90% de probabilidad de no ser excedido en un período de 50 años) de **0.40g** (aceleración del suelo en unidades de gravedad) y **0.20g** para el sismo frecuente o de servicio (sismo que tiene una alta probabilidad de ocurrencia durante la vida útil de la estructura o laderas). El punto en estudio se encuentra dentro de una zona sismogénica como se muestra en la Figura 3.3 y más detallada en la Figura 3.4

Figura 3.3
Distribución de epicentros de 1984 a la fecha



De acuerdo con el inciso anterior y con AGIES, una urbanización se clasifica como **Obra Ordinaria** y con un **Nivel de Protección C1** en la escala A, B, C, D, E (el nivel E es el que da la más alta protección). AGIES define el nivel de protección de una estructura civil como: Una medida del grado de protección suministrada al público y a los usuarios de las obras nuevas o existentes contra los riesgos derivados de las solicitaciones de cargas y de amenazas naturales. Esto deberá tomarse en cuenta tanto para la Colonia Alamedas de San Miguel en el margen izquierdo como las viviendas que se encuentran en el derecho.

Figura 3.4
Zona ampliada del departamento de Guatemala

