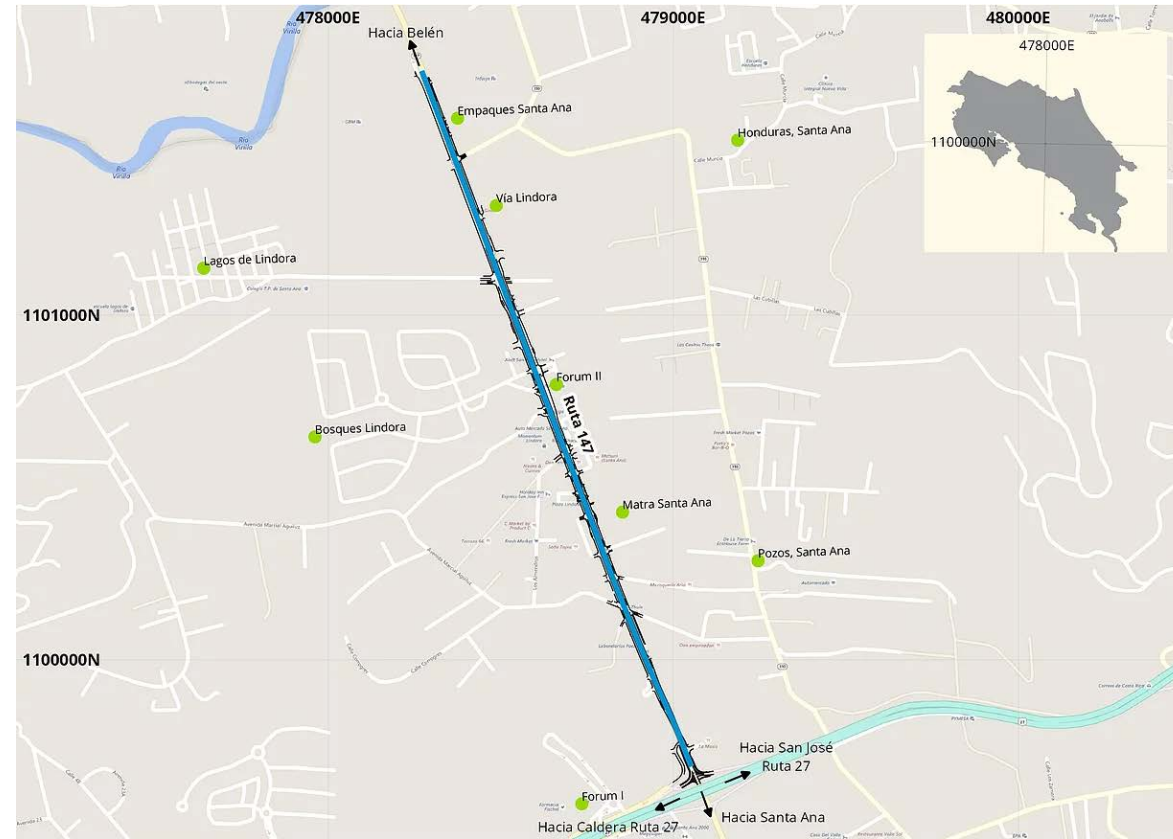




GOBIERNO DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD



Adecuación de diseño para la ampliación vial de la Ruta Nacional No.147 (Radial Lindora) y obras conexas entre el puente sobre el río Corrogres incluyendo las transiciones en ambas márgenes y el puente sobre el río Virilla, así como el acompañamiento técnico durante la construcción de las obras.

Anexo No.4 Climatología



Proyecto: Setiembre 2018 Versión V0.4

UNOPS

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

ANEXO No.4 CLIMATOLOGÍA

INDICE

1	Climatológica de la zona del proyecto	5
1.1	Información disponible.....	5
1.2	Precipitación	5
1.2.1	Principales eventos de precipitación	5
1.2.2	Evento principal: Huracán Tomas	5
1.2.3	Análisis de intensidades horarias de los principales eventos de lluvia	6
1.3	Zonas de vida y unidades bióticas	6
1.4	Temperatura	7
1.5	Humedad relativa	7
1.6	Viento	7
1.7	Evaporación y evapotranspiración.....	8
1.8	Brillo solar	8
2	Consideraciones para efectos constructivos.....	8

1 Climatológica de la zona del proyecto

1.1 Información disponible

Para este análisis se emplea la información climatológica de distintas fuentes que se indican en cada oportunidad. Asimismo, se emplean los datos de precipitación de la estación Cerro Escazú (84120) del Instituto Costarricense de Electricidad. Dicha estación se presenta a una elevación de 1500 msnm, en las coordenadas 482681 este y 1095587 norte del sistema de coordenadas CRTM-05.

1.2 Precipitación

La cuenca del río Corrogres y de las Quebradas sin nombre, Rodríguez y Pilas se ubican en el sector suroeste del Valle Central. El tipo de clima predominante es el Régimen del Pacífico, en el que se presenta un patrón bimodal con una época seca y una lluviosa bien marcadas, el primer máximo tiene lugar entre abril y mayo, luego se presenta una disminución relativa entre julio y agosto, y finalmente un segundo máximo se presenta entre setiembre y octubre. La época seca tiene lugar de diciembre a marzo. Usualmente se definen los meses de abril y noviembre como meses de transición entre las épocas seca y lluviosa, y viceversa.

La forma en que se distribuye temporalmente la precipitación se puede observar en los datos de la estación meteorológica Cerro Escazú, aunque no está dentro de las cuencas, la posición geográfica le permite recibir patrones de lluvia en forma muy similar. Estos datos se presentan en la Figura 17.

Para mostrar la variación mensual se realizaron los acumulados para cada mes del año, basados en los promedios mensuales de precipitación del periodo 1991-2012 de la estación Cerro Escazú, los mayores acumulados se presentan en el mes de octubre y el mes con menos precipitación es enero. Se observa el patrón estacional, donde la época seca se define de diciembre a marzo, con una transición en abril hacia la época lluviosa, la que se establece de mayo a noviembre, además se observa una marcada presencia del “veranillo” en julio.

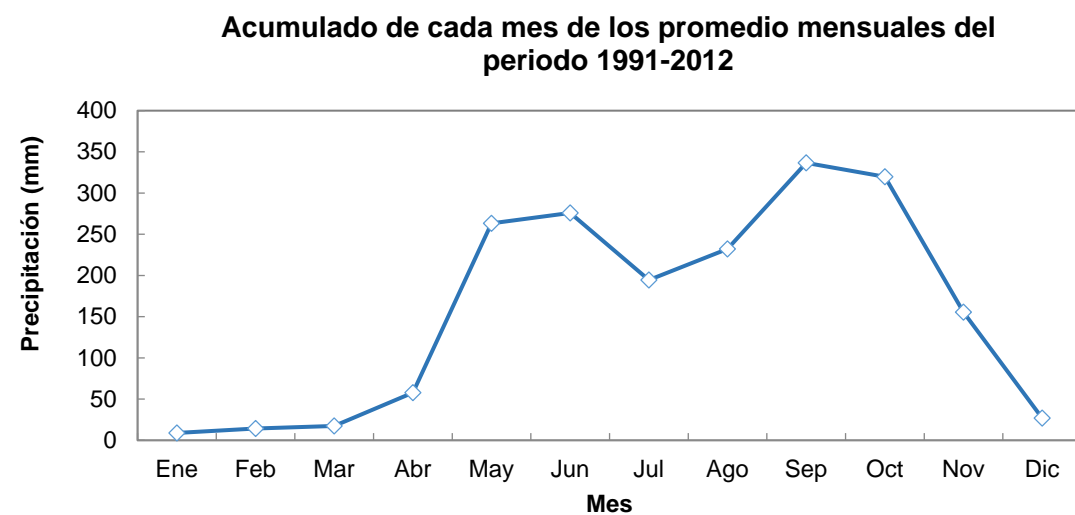


Figura 1. Variación temporal de la precipitación de la estación Cerro Escazú

1.2.1 Principales eventos de precipitación

Del registro de datos diarios de 1 agosto de 1991 al 19 agosto del 2013, se registraron 121 días de 60 mm, 38 días de 80 mm, 8 días con 100 mm y solo 4 días con 120-125 mm, el resto de los días la lluvia diaria no superó los 60 mm. De ahí que los principales eventos de lluvia son de 120-124 mm diarios, las fechas con estas magnitudes se indican en el Cuadro 13. Eventos más extremos podrían presentarse en la cuenca, sin embargo, es muy corto el registro con que se cuenta. De los principales eventos de lluvia de la cuenca, que se presentan durante la época lluviosa, se listan en el Cuadro 13, además se indica el sistema atmosférico que provocó las precipitaciones.

Cuadro 1. Principales eventos de lluvia según datos diarios de la estación Cerro Escazú, periodo de registro de 1991-2012

Periodo de duración del evento de lluvia	Precipitación acumulada (mm) del evento	Fecha en que se presentó el máximo de lluvia	Precipitación máxima (mm)	Sistema atmosférico
01/11/1996	108	01/11/1996	108	Vaguada en Panamá-Costa Rica
11/07/2001	103.7	11/07/2001	103.7	Baja presión sobre Panamá
18/05/2008	107.2	18/05/2008	107.2	Onda tropical
27/05/2008-29/05/2008	238.3	29/05/2008	109.7	Tormenta Tropical Alma
01/11/2010 al 05/11/2010	304.3	03/11/2010	125.2	Huracán Tomas

1.2.2 Evento principal: Huracán Tomas

El análisis de la lluvia diaria indicó que el mayor evento de lluvia, del periodo de registro de la estación Cerro Escazú fue el provocado por la influencia hacia el país del Huracán Tomas en noviembre del 2010, este sistema alcanzó la categoría 2 en la escala Saffir-Simpson. Provocó inundaciones y deslizamientos en sectores del Pacífico Norte, Central y Sur y Valle Central del país.

Este sistema se originó por una onda tropical, que al avanzar por el Océano Atlántico se intensificó desde el 27 de octubre. El 28 de octubre, el Centro Nacional de Huracanes (NHC, por sus siglas en inglés), estableció una zona de monitoreo, sobre la onda tropical, a la que durante ese día asignó un bajo potencial (20%) de evolucionar a ciclón tropical en las siguientes 48 horas.

Durante el viernes 29 de octubre, la onda tropical se vuelve más activa y el sistema empieza a tener rotación; el NHC declara al sistema como la Tormenta Tropical Tomas, para ese momento se ubicaba a 320 km al sureste de Barbados, y correspondía a la N°19 de la temporada de huracanes del 2010 en la cuenca del Océano Atlántico y el Mar Caribe.

Los pronósticos del IMN indicaron que el sistema sería extremo y que podría contribuir con actividad lluviosa generalizada e intensa sobre el país al interactuar con la zona de convergencia intertropical, ZCIT.

Durante los días 30 de octubre al 01 de noviembre, Tomas continuó avanzando hacia el oeste, sobre el Mar Caribe, con algunas fluctuaciones en su intensidad. El sábado 30 evolucionó a huracán categoría 1 y el domingo 31, a huracán de categoría 2.

En Costa Rica durante el 1 de noviembre, se presentaron fuertes aguaceros generalizados, acompañados de tormentas eléctricas hacia el final de la tarde y primeras horas de la noche. Se presentaba una ZCIT muy activa con intensas bajas

presiones cercanas a Costa Rica. En el Pacífico Central y Sur, las lluvias cesaron en la noche, pero en las primeras horas de la madrugada del martes 2, iniciaron nuevamente con intensidades de débiles a moderadas y de forma constante. Este fue el principio del temporal en el país. En la región sur del Mar Caribe, predominaba una amplia zona de baja presión que se extendía desde la tormenta tropical Tomas, ubicada 570 km al sur de Puerto Príncipe, Haití hasta la ZCIT en el Océano Pacífico. Además, esta zona de baja presión se encontraba acoplada, en los niveles altos de la troposfera, con una dorsal o zona con circulación anticiclónica (a favor de las manecillas del reloj) que favorecía la intensificación de Tomas y de las zonas de baja presión cercanas a Costa Rica. Esto ocasionó que las lluvias se extendieran sobre, prácticamente, todo el país durante la tarde y la noche.

En los cerros del sur del Valle Central, cerca de la Garita, fue donde se registraron las lluvias más fuertes, lo que contribuyó con el desastre ocurrido en el Barrio Lajas de San Antonio de Escazú. Las lluvias más intensas de este temporal se registraron entre la noche del 3 y la madrugada del 4 de noviembre. En la estación Cerro Escazú el acumulado de los cinco días del evento fue de 304 mm.

La mayor aproximación que tuvo el sistema a Costa Rica fue 890 km al noreste de puerto Limón el 3 de noviembre a las 6 am como Depresión Tropical.

La precipitación acumulada durante estos 5 días excedió hasta en 4 veces el acumulado promedio de noviembre en muchas de las estaciones del país.

1.2.3 Análisis de intensidades horarias de los principales eventos de lluvia

De los datos horarios de la estación Cerro Escazú se extrae que los eventos con intensidades mayores de lluvia se presentan en el periodo de la tarde, las mayores intensidades registradas ocurren entre las 2 y 6 pm, como se muestra en la Figura 18. Se debe considerar la posibilidad de ocurrencia de lluvia intensa en otros periodos del día, como el caso del huracán Tomas que presentó su máxima intensidad de lluvia a las 22 horas del día 3 de noviembre del 2010.

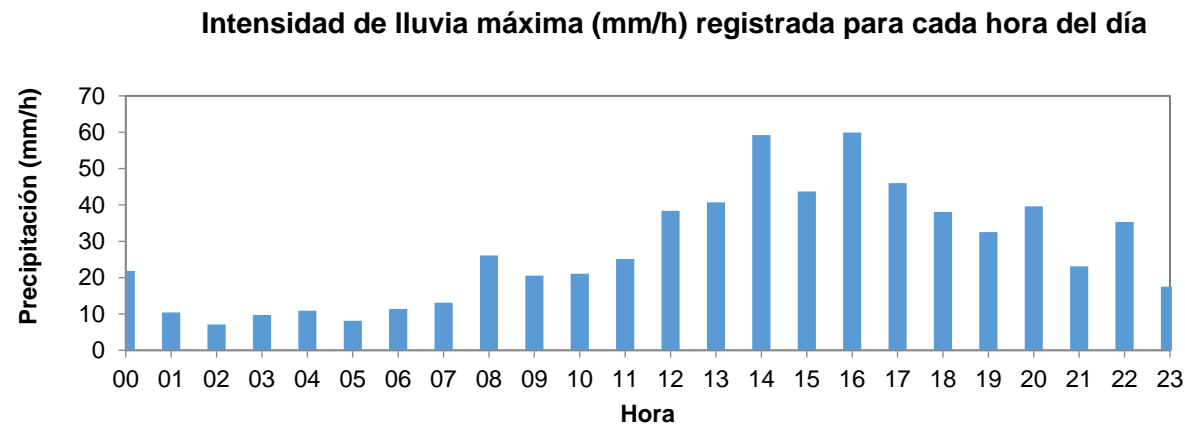


Figura 2. Intensidades horarias máximas por hora del día, registro 1991-2012 de la estación Cerro Escazú

En el Cuadro 14 se listan los eventos que presentaron una mayor intensidad de lluvia horaria en la estación meteorológica Cerro Escazú. Del registro horario solo 4 eventos superaron los 50 mm/h, además en el registro de 1991 al 2012 se presentaron 15 eventos con intensidades entre 40-45 mm/h, 75 eventos entre 30-35 mm/h, 298 eventos entre 20-25 mm/h y en las restantes horas con datos de lluvia las intensidades son menores a los 15 mm/h.

Cuadro 2. Listado de eventos con mayor intensidad horaria de la estación Cerro Escazú, periodo del registro de 1991-2012

Principales eventos según intensidad de lluvia horaria			
Fecha	Máximo horario (mm/h)	Acumulado del día (mm/día)	Sistema atmosférico que provocó el evento
29/05/1992	59.9	67	Flujo suroeste de la ZCIT sobre Costa Rica
14/08/1993	59.2	87	Baja presión sobre Costa Rica
11/07/2001	51.1	104	Baja presión sobre Panamá
01/11/1996	46.0	108	Vaguada en Panamá-Costa Rica
27/04/1997	43.7	64	Flujo suroeste de la ZCIT sobre Costa Rica
25/04/1999	40.7	42	Baja presión en el Caribe
23/07/2007	39.6	75	Onda Tropical
23/08/1996	38.4	70	ZCIT sobre Costa Rica
23/09/1992	38.0	74	ZCIT sobre Costa Rica y ciclón en Mar Caribe
03/11/2010	35.3	170	H. Tomas + Baja Presión + ZCIT
18/05/2008	32.5	107	Onda Tropical
29/05/2008	20.6	125	TT. Alma

En la Figura 19 se muestran las distribuciones de lluvia horaria de cuatro de los eventos: a), b) y c) corresponden a los tres eventos con mayor intensidad horaria de todo el registro y d) al evento asociada el huracán Tomas; este último se indica porque además de una importante intensidad horaria, fue el que registró el mayor acumulado diario de lluvia, como se indicó en los apartados anteriores.

1.3 Zonas de vida y unidades bióticas

Las cuencas se encuentran en la zona de vida conocida como bosque húmedo premontano, para el cual corresponde una biotemperatura de entre 18°C y 24°C. Este tipo de zona presenta una precipitación anual promedio de entre 2000 mm y 4000 mm. Para estas cuencas en particular, una precipitación promedio anual de 2000 mm es lo usual (Centro Científico Tropical, 2004).

Las cuencas presentan una oscilación térmica de tipo tropical. La parte alta sur de la cuenca del río Corrogres presenta una provincia térmica templada, mientras que la parte baja de la cuenca del río Corrogres y las cuencas de las quebradas tienen provincias térmicas subtropicales. Por otro lado, la parte alta sur de la cuenca del río Corrogres presenta una provincia de humedad húmeda; la parte alta este de la cuenca del río Corrogres tiene una provincia de humedad subhúmeda húmeda, así como la parte alta de la cuenca de la Quebrada Rodríguez y la cuenca de la Quebrada Pilas; mientras tanto, la parte baja de la cuenca del río Corrogres, la cuenca de la Quebrada sin nombre y la parte baja de la cuenca de la Quebrada Rodríguez cuentan con una provincia de humedad subhúmeda seca. Estas características influyen en que todas las cuencas presenten entre 5 y 6 meses secos a lo largo del año, generalmente (Herrera y Gómez, 1993).

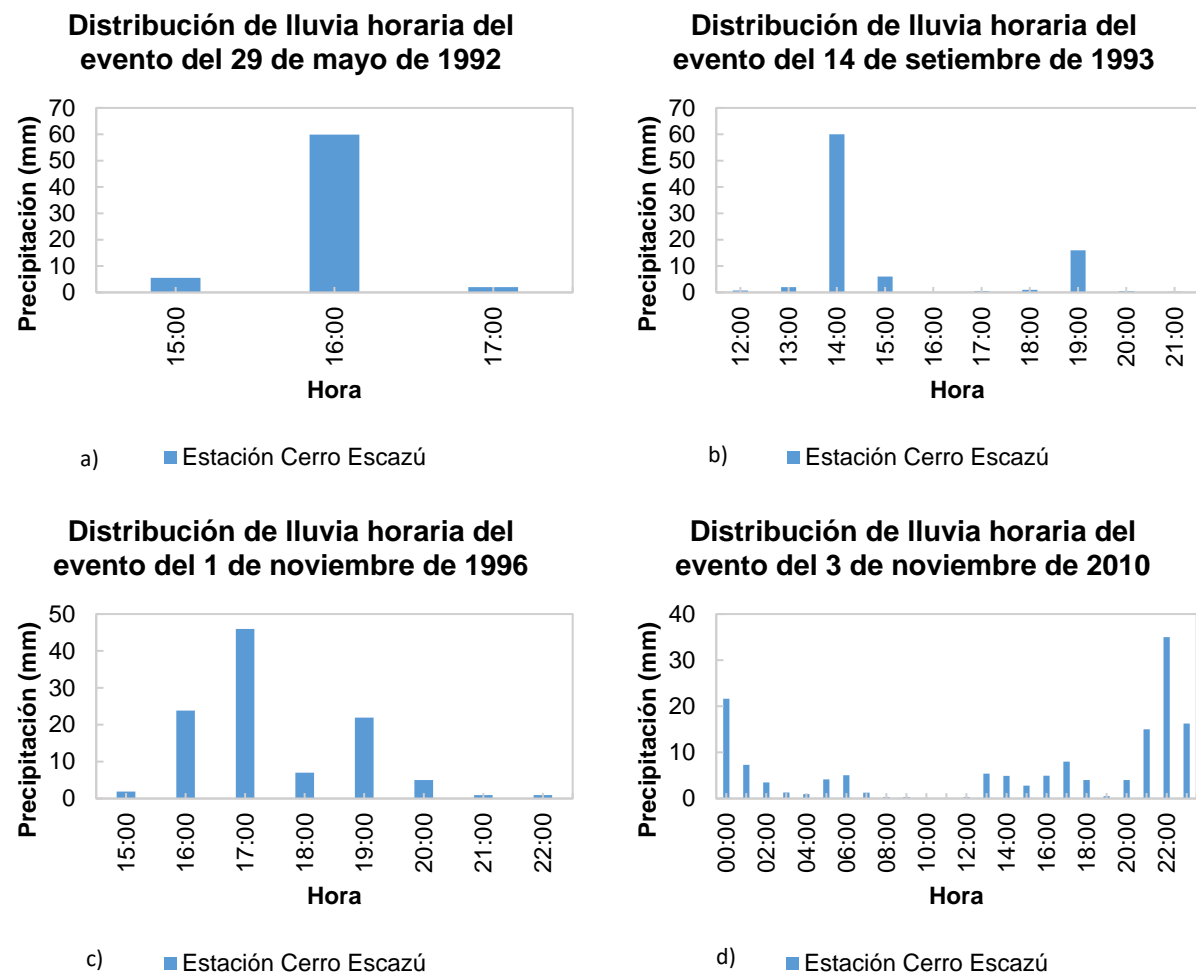


Figura 3. Distribuciones de lluvia horaria de los eventos con mayor intensidad horaria de lluvia. a) Flujo suroeste de la ZCIT sobre Costa Rica, b) Baja presión sobre Costa Rica, c) Vaguada en Panamá-Costa Rica y d) Huracán Tomas

1.4 Temperatura

La temperatura media anual de las cuencas se encuentra aproximadamente entre los 22°C y 24°C, con excepción de la parte alta sur de la cuenca del río Corrogres, que presenta temperaturas medias anuales de entre 20°C y 22°C. La temperatura máxima anual de las cuencas se encuentra aproximadamente entre los 28°C y 30°C, con excepción de la parte alta sur de la cuenca del río Corrogres, que presenta temperaturas máximas anuales de entre 26°C y 28°C. Finalmente, la temperatura mínima anual de las cuencas es de entre 18°C y 20°C, con excepción de la parte alta sur de la cuenca del río Corrogres que presenta temperaturas mínimas anuales de entre 16°C y 18°C (Instituto Meteorológico Nacional, 2005).

La variación intermensual de la temperatura indica que marzo y abril son los meses más cálidos, mientras que de octubre a febrero son los más fríos. En octubre, por ser el periodo de máximas lluvias de la época lluviosa, las precipitaciones provocan descensos de temperatura al enfriar las masas de aire a su alrededor. En los meses de diciembre a febrero se presentan temperaturas más bajas, debido a que en estos meses se da la incursión de sistemas invernales como frentes fríos y empujes polares.

1.5 Humedad relativa

La Figura 20 corresponde a la medición de humedad relativa de las estaciones meteorológicas más cercanas a la cuenca y que cuentan con este tipo de medición. En la estación meteorológica Sabana Norte los porcentajes de humedad relativa más altos se presentan de mayo a noviembre, y setiembre es el mes más húmedo con 88%. En los meses de época seca (diciembre a marzo) y en el mes de transición (abril) la humedad relativa presenta valores 74-72%, marzo es el mes más seco (72%).

Por otra parte, en la estación la Garita Embalse los porcentajes de humedad relativa más altos se presentan de mayo a noviembre, en este periodo, setiembre es el mes más húmedo con 89%. En los meses de época seca (diciembre a marzo) y en transición (abril) la humedad relativa presenta valores 77-64%, febrero es el mes más seco (64%).

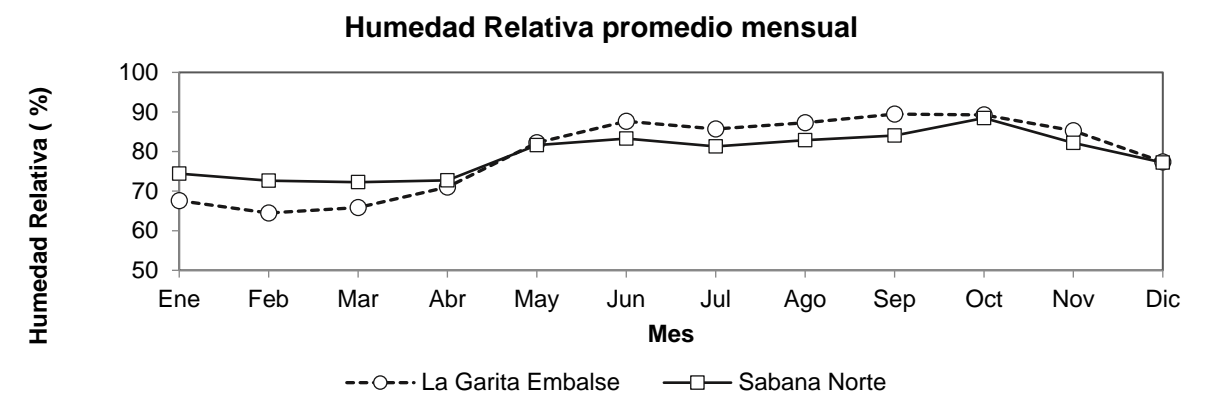


Figura 4. Variación de humedad relativa promedio mensual registrada en las estaciones más cercanas a las cuencas en estudio

1.6 Viento

La variación del viento del país está regida por el comportamiento de los vientos alisios (dirección noreste), los que deben su intensidad al comportamiento del Anticiclón del Atlántico Norte llamado frecuentemente como Anticiclón de los Azores. En los primeros meses de época seca (diciembre a febrero) el anticiclón se fortalece provocando vientos alisios más intensos hacia Costa Rica y por lo tanto provocan una condición ventosa para el país, las mayores intensidades se encuentran en las partes altas de las cordilleras del país, donde pueden alcanzar los 50-60 km/h, si este efecto se suma al paso de un frente frío o una alta presión de origen polar los vientos pueden pasar los 100 km/h.

A partir de marzo los vientos alisios se debilitan, en abril son muy débiles y permiten el ascenso de la Zona de Convergencia Intertropical, responsable del principal transporte de humedad al país, y por lo tanto esta es la que da paso a la llegada de la época lluviosa. Durante los meses de abril a noviembre se presentan vientos alisios (dirección noreste) durante las mañanas y vientos con dirección oeste en las tardes, los valores de la velocidad del viento apenas llegan a los 4-10 km/h. La intensidad del viento en la época lluviosa solamente puede ser más alta cuando se presentan nubes cumulonimbos, cuyas corrientes descendentes poseen vientos que pueden estar entre los 90-110 km/h.

Una excepción son los meses de julio y agosto, ya que en estos se puede presentar un aceleramiento de los vientos alisios debido a un fortalecimiento del jet de bajo nivel del oeste del Caribe, este jet acelera el viento del este y noreste y es el responsable de una disminución de las lluvias en la cuenca.

En la Figura 22 se muestra la variación promedio mensual de la velocidad del viento, en m/s, de la estación Sabana Norte, en esta se puede apreciar que los meses más ventosos son de noviembre a febrero, el mes menos ventoso es octubre. Del periodo que se tienen datos, no se observó un patrón de disminución en julio, que es usual cuando se

presenta “veranillo”, el registro es corto (2009-2013) lo que podría afectar el que no se aprecie el fenómeno, ya que la lluvia y la humedad sí indicaron que se presenta el “veranillo” en la zona.

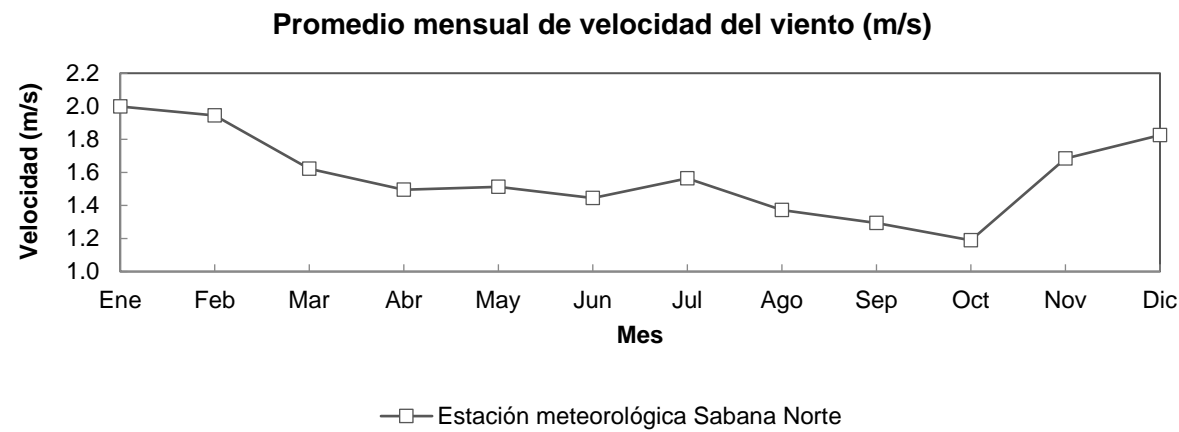


Figura 5. Variación de la velocidad el viento promedio mensual en la estación más cercana a las cuencas en estudio

1.7 Evaporación y evapotranspiración

La evapotranspiración real de las cuencas en estudio se encuentra aproximadamente entre los 1300 mm y los 1400 mm. En la zona alta de la cuenca del río Corrogres y al sur se pueden esperar los valores más bajos y cercanos a los 1300 mm (Instituto Meteorológico Nacional, 2005).

En cuanto a la variación mensual, los valores más elevados se presentan durante la época lluviosa cuando el contenido de humedad en el aire es mayor, en la época seca los valores son menores.

Para ilustrar esto se utiliza la evaporación de la estación más cercana a la cuenca: La Garita Embalse. El patrón anual de variación de la evapotranspiración de la cuenca debe ser muy similar al indicado por los datos en la Figura 22.

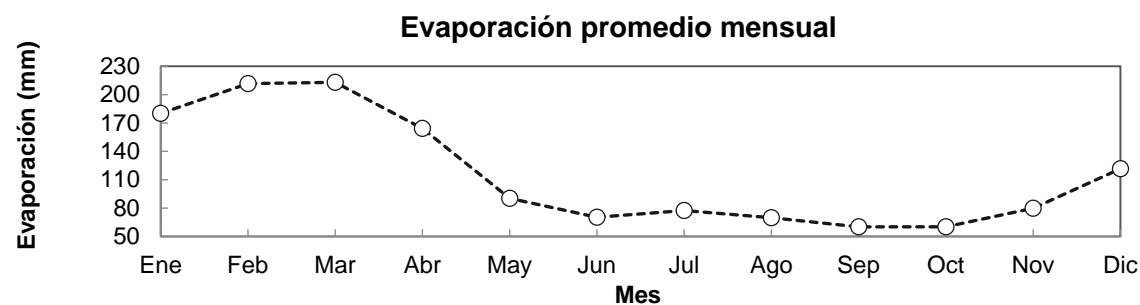


Figura 6. Variación de la evaporación promedio mensual registrada en la estación más cercana a las cuencas en estudio

1.8 Brillo solar

Las cuencas en estudio presentan entre 5 y 6 horas de brillo solar como promedio anual. El brillo solar mínimo anual se encuentra entre 3 y 4 horas para todas las cuencas en estudio, mientras que el brillo solar máximo se encuentra entre 7 y 8 horas al día (Instituto Meteorológico Nacional, 2005).

Con respecto a la variación intermensual es conocido que los meses en que el país, en general, recibe una mayor incidencia de radiación solar es en los periodos equinocciales (marzo y setiembre), en el primero es más notorio porque coincide con la época seca del país, es decir la zona presentaría más horas de sol de diciembre a marzo, ya que en este periodo la nubosidad es menor y por lo tanto una mayor radiación solar alcanza a la cuenca. En contraste, en los meses de abril a noviembre (periodo de época lluviosa), el aumento de nubosidad provoca una disminución de la cantidad de horas de sol, por lo tanto, una disminución de la radiación que recibe la cuenca. En los meses de julio y agosto, en que se presentan los llamados “veranillos” y canículas, la nubosidad disminuye ligeramente por lo que las horas de sol podrían aumentar, sin embargo, este incremento no es tan fuerte como el de los meses de época seca.

En años con fenómeno de la Niña las horas suelen ser menores que en años con fenómeno del Niño o cuando las temperaturas del océano pacífico tropical están dentro de un rango neutral.

2 Consideraciones para efectos constructivos

A través de los datos analizados incluidos en el presente informe, y por experiencias de obras llevadas a cabo en zonas con unas condiciones climáticas similares a la actual, se puede estimar que los días sin producción en obra pueden llegar a representar en torno al 15% de los días del año.

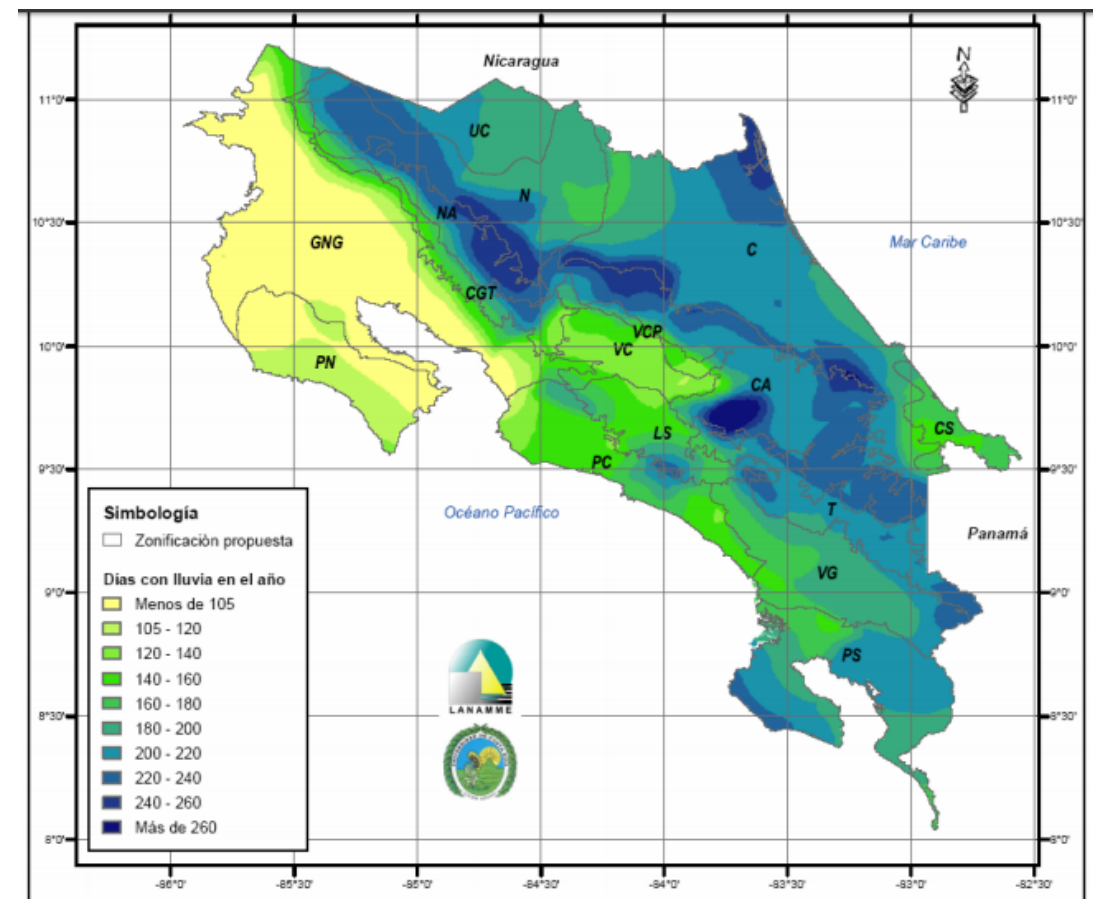


Ilustración 1. Días con lluvia en el año y zonificación propuesta con Costa Rica. Fuente: LANAMME.

En la ilustración anterior, se muestran los días de lluvia durante todo el año en todo el territorio nacional. Esta representación, no implica que necesariamente durante todos los días con lluvias no se puede laborar en el proyecto. Para el caso del Valle Central (VC), se puede apreciar que los días con presencia de lluvia al año son alrededor de 120 – 140 días. Por la experiencia en otros proyectos en el Valle Central, se puede estimar que los efectos directos de lluvias que impidan la continuidad de los trabajos son aproximadamente 55 días al año.