

8. Generación de Caudales de Avenida de los periodos de retorno.

Para generar los caudales de avenidas, lo primero es determinar los datos de tiempo de concentración e intensidad de lluvia según los periodos de retorno; para ello se utilizarán las fórmulas ya mencionadas. Los datos necesarios para determinar estos parámetros son:

- Área de la Cuenca en estudio: 11.38 km².
- Longitud del cauce principal en Km. hasta el sitio del proyecto = 11.18 Km. aproximadamente según mosaico 1:50,000.
- Desnivel Máximo de la microcuenca hasta sitio de proyecto: 37 m aproximadamente.
- Coeficiente de Escorrentía: para determinar el coeficiente de escorrentía se utilizará una metodología de promedio pesado. El promedio pesado se basará en las áreas utilizadas para urbanizar y las áreas verdes de pastizales presentes en la microcuenca del río Santo hasta el sitio a analizar.

La totalidad de la microcuenca es de 11.38 kilómetros cuadrados, de las cuales un porcentaje mínimo presenta urbanización. Además, el proyecto "Mi Casita" no se encuentra dentro del área de drenaje del río Santo por lo menos en el punto analizado. Siendo así y para se conservadores y tener en cuenta un futuro desarrollo de la zona, se ha determinado utilizar un 50% del área de la cuenca de drenaje del río Santo (hasta el sitio analizado) como área urbanizada y 10% de zona de cultivos planos y

el resto (40%) como zona de pastizales y arbustos con pendientes entre 2% y 7% de inclinación.

El coeficiente de escorrentía esta afectado por la intensidad de la lluvia, infiltración de los suelos, topografía, vegetación y tipo de suelos, todo esto se puede resumir con el cuadro 2.

Cuadro 2. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

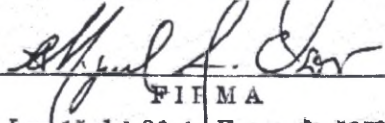
<i>Característica de la superficie</i>	<i>Periodo de retorno (años)</i>						
	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>25</i>	<i>50</i>	<i>100</i>	<i>500</i>
Áreas desarrolladas							
<i>Asfáltico</i>	<i>0.73</i>	<i>0.77</i>	<i>0.81</i>	<i>0.86</i>	<i>0.90</i>	<i>0.95</i>	<i>1.00</i>
<i>Concreto/techo</i>	<i>0.75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

* Fuente: Tabla 15.1.1. de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow. 1993.

Basados en el cuadro 2, la zona urbanizada de la cuenca del río Santo corresponderá a la característica de Concreto/Techo, mientras que la zona de pastizales no desarrollada corresponderá a Pastizales con pendiente promedio de 2-7%. Utilizando estas categorías y los porcentajes de aportación de cada zona de la microcuenca al coeficiente de escorrentía se han obtenido los siguientes coeficientes de escorrentías equivalentes para la microcuenca del río Santo según el periodo de recurrencia analizado.

Cuadro 3. Coeficientes Equivalentes para la Microcuenca del río Santo.

Periodo de Retorno	Coeficiente de Escorrentía Equivalente
2 Años	0.54
5 Años	0.58
10 Años	0.60
20 Años	0.63
25 Años	0.65
30 Años	0.73
50 Años	0.79

MIGUEL ANGEL OSORIO AGUILAR
INGENIERO CIVIL
Licencia Nº 2001-006-036

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

* El coeficiente equivalentes para el periodo de 20 años es producto de la interpolación entre el coeficiente para 10 años y 25 años, años, el coeficiente para 30 años es producto de los datos del cuadro 2 para un periodo de retorno de 100 años y el coeficiente para 50 años es el producto de los datos del cuadro 2 para un periodo de retorno de 500 años, todo esto para estar siempre del lado conservador.

Utilizando los datos ya mencionados y las fórmulas ya mencionadas, los resultados de tiempo de concentración de la cuenca hasta sitio de proyecto son según cada método:

FORMULAS EMPÍRICAS DE CÁLCULO DE TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Datos de Cuenca Analizada: Río Santo

Área de Cuenca (km ²) =	11.38
Longitud de Cauce (km) =	11.18
Desnivel Máximo (m)	37.00

KIRPICH Cuenca Pequeñas

$$T_c = 0.00025 L^{0.8} / (H/L)^{0.5}$$

$$T_c (\text{Río Santo}) = 7.5303 \text{ horas}$$

CALIFORNIA Método Racional

$$T_c = (0.871 L^3 / H)^{0.385}$$

$$T_c (\text{Río Santo}) = 3.8380 \text{ horas}$$

TEMEZ

$$T_c = 0.3 (L / (H/L)^{0.35})^{0.75}$$

$$T_c (\text{Río Santo}) = 1.3397 \text{ horas}$$

GIANDUTTI

$$T_c = (4 A^{0.5} + 1.5 L) / (0.8 H^{0.8})$$

$$T_c (\text{Río Santo}) = 6.2192 \text{ horas}$$

TURAZA

$$T_c = 0.1272 (A L / H)^{0.5}$$

$$T_c (\text{Río Santo}) = 7.4590 \text{ horas}$$

PASSINI

$$T_c = 0.108 (A L)^{0.333} / (H/L)^{0.5}$$

$$T_c (\text{Río Santo}) = 0.2986 \text{ horas}$$

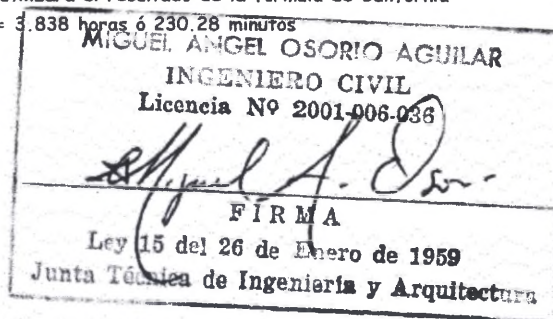
RESULTADOS DE FÓRMULAS

Río Santo

KIRPICH	7.5303 horas
CALIFORNIA	3.8380 horas
TEMEZ	1.3397 horas
GIANDUTTI	6.2192 horas
TURAZA	7.4590 horas
PASSINI	0.2986 horas

Se utilizará el resultado de la fórmula de California

$$t_c = 3.838 \text{ horas ó } 230.28 \text{ minutos}$$



Se ha escogido como tiempo de concentración de la cuenca en estudio, el valor que genera la fórmula de California, ya que es la que utiliza el Método Racional; ya obtenido el tiempo de concentración de la cuenca hasta el punto de interés, se han obtenido las intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno según las fórmulas del MOP.

Los diferentes valores de intensidades según las fórmulas del MOP se muestran en la página a continuación.

CÁLCULO DE INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO
(Fórmulas recomendadas por el MOP)

Datos de Entrada:

Tiempo de Concentración (minutos): 17.92

Periodo de Retorno de 2 años

$$i_{2 \text{ Años}} = \frac{227}{29 + t_c} = \frac{4.84}{6} \text{ plg/hora}$$

$$122.90 \text{ mm/hora}$$

Periodo de Retorno de 5 años

$$i_{5 \text{ Años}} = \frac{294}{36 + t_c} = \frac{5.45}{6} \text{ plg/hora}$$

$$138.51 \text{ mm/hora}$$

Periodo de Retorno de 10 años

$$i_{10 \text{ Años}} = \frac{323}{36 + t_c} = \frac{5.99}{6} \text{ plg/hora}$$

$$152.17 \text{ mm/hora}$$

Periodo de Retorno de 20 años

$$i_{20 \text{ Años}} = \frac{357}{37 + t_c} = \frac{6.50}{6} \text{ plg/hora}$$

$$165.12 \text{ mm/hora}$$

Periodo de Retorno de 25 años

$$i_{25 \text{ Años}} = \frac{370}{37 + t_c} = \frac{6.74}{6} \text{ plg/hora}$$

$$171.14 \text{ mm/hora}$$

Periodo de Retorno de 30 años

$$i_{30 \text{ Años}} = \frac{370}{36 + t_c} = \frac{6.86}{6} \text{ plg/hora}$$

$$174.31 \text{ mm/hora}$$

Periodo de Retorno de 50 años

$$i_{50 \text{ Años}} = \frac{370}{33 + t_c} = \frac{7.27}{6} \text{ plg/hora}$$

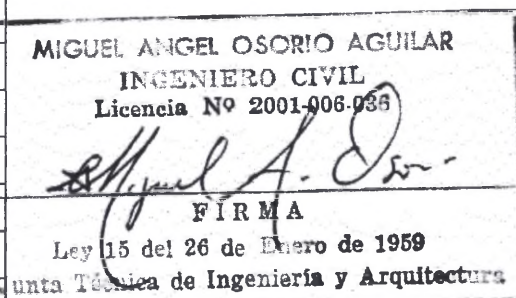
$$184.58 \text{ mm/hora}$$

Metodología Basada en Manual de Requisitos para Aprobación de Planos, MOP. Octubre 1990, Capítulo 11, páginas 21, 22, 24 y 25

Siendo esto así, los caudales de avenidas para los diferentes periodos de retorno en el sitio analizado del río Santo son los siguientes:

Cuadro 6. Caudales de Avenidas Estimados para los diferentes periodos de retorno en el sitio analizado del río Santo.

Periodo de Retorno	Caudal de Avenida
2 Años	38.0 m ³ /s
5 Años	51.5 m ³ /s
10 Años	58.5 m ³ /s
20 Años	67.6 m ³ /s
25 Años	72.3 m ³ /s
30 Años	81.5 m ³ /s
50 Años	89.2 m ³ /s



9. Determinación de los Nivel que alcanzarían las avenidas para los diferentes periodos de retorno.

Ya obtenidos los valores de caudales de avenidas para los diferentes periodos de retorno, es necesario modelar o simular el comportamiento que tendrían las aguas sobre el cauce del río Santo a la altura del proyecto Residencial Mi Casita.

Para poder realizar la modelización, se generaron 69 secciones transversales del cauce del río Santo, tanto aguas arriba de la zona del proyecto Residencial Mi Casita, como aguas debajo de este. Los datos de las secciones se muestran de izquierda a derecha viendo hacia aguas abajo, la sección 0 k + 005 es la de más aguas abajo, mientras que la sección 1 k + 340 es la de más aguas arriba. Cabe destacar que estas secciones fueron levantadas viendo hacia aguas arriba de izquierda a derecha, pero el programa Hec-Ras requiere que se ingresen de

izquierda a derecha pero viendo hacia aguas abajo, por lo que fue necesario utilizar una opción del programa Hec-Ras para que luego de introducidas las secciones en su forma original fuesen invertidas en su estacionamiento y pudiesen ser utilizadas.

Cuadro 6. Datos de las Secciones Transversales en su estado original (sin terracería ni inversiones de estaciones).

Estación OK + 005 -34.155 0.243 -32.261 0.275 -23.298 0.164 -12.821 0.775 -12.437 0.777 -11.92 0.744 -3.345 0.045 -2.854 -0.14 0 -1.293 4.482 -0.646 4.592 -0.626 4.615 -0.617 7.545 0.496 7.582 0.496 7.591 0.496 8.262 0.538 11.053 0.691	Estación OK + 010 -34.58 0.295 -30.578 0.363 -22.791 0.267 -13.689 0.797 -12.499 0.804 -10.896 0.701 -3.494 0.098 -2.459 -0.293 0 -1.287 3.861 -0.729 4.475 -0.618 4.6 -0.565 7.447 0.516 7.769 0.515 7.847 0.522 13.699 0.884 22.718 1.379 41.339 1.19 42.192 1.177 42.244 1.177 42.278 1.178	Estación OK + 020 -35.43 0.4 -27.212 0.539 -21.778 0.472 -15.426 0.842 -12.623 0.859 -8.847 0.615 -3.793 0.203 -1.667 -0.6 0 -1.273 2.618 -0.895 4.24 -0.603 4.57 -0.461 7.25 0.557 8.143 0.555 8.358 0.573 22.345 1.44 40.188 1.18 41.545 1.188 42.432 1.19	Estación OK + 040 -37.129 0.61 -20.481 0.891 -19.752 0.882 -18.9 0.932 -12.87 0.969 -4.75 0.443 -4.391 0.414 -0.084 -1.212 0 -1.248 0.132 -1.227 3.77 -0.571 4.51 -0.253 6.856 0.638 8.891 0.633 9.381 0.675 21.157 1.405 36.179 1.187 40.148 1.21 42.741 1.216
Estación OK + 060 -38.703 0.735 -29.641 0.804 -16.907 0.986 -10.062 0.712 -7.219 0.725 -3.668 0.495 -1.936 -0.157 0 -1.311 0.623 -1.124 3.86 -0.539 5.012 -0.043 7.022 0.72 10.214 0.713 10.986 0.779 20.503 1.369 32.554 1.193 39.248 1.233 43.649 1.244	Estación OK + 080 -40.703 0.818 -15.871 1.008 -13.891 1.036 -10.108 0.884 -3.282 0.569 -2.968 0.405 -2.719 0.24 0 -1.38 1.28 -0.995 3.983 -0.508 5.544 0.165 7.221 0.802 11.556 0.792 12.603 0.882 19.908 1.334 29.157 1.199 38.445 1.255 44.55 1.27	Estación OK + 100 -42.703 0.901 -24.476 1.04 -19.188 1.097 -13.337 1.083 -9.834 0.936 -3.559 0.646 -2.451 0.067 -1.574 -0.512 0 -1.45 1.938 -0.867 4.105 -0.476 6.077 0.373 7.419 0.883 12.897 0.871 14.221 0.984 19.313 1.3 25.761 1.206 37.641 1.277 45.452 1.295	Estación OK + 120 -44.703 0.984 -38.13 1.034 -26.362 1.161 -13.337 1.13 -5.542 0.802 -3.836 0.723 -1.934 -0.27 -0.428 -1.264 0 -1.519 2.595 -0.739 4.227 -0.444 6.609 0.581 7.618 0.964 14.238 0.949 15.838 1.087 18.718 1.265 22.365 1.212 36.838 1.299 46.353 1.321
Estación OK + 140 -46.537 1.023 -36.917 1.029 -24.786 1.14 -13.342 1.108 -7.09 0.843 -4.77 0.641 -3.278 -0.137 -1.924 -0.333 -1.484 -0.542 0 -1.522 0.863 -1.265 3.039 -0.611 4.137 -0.413 6.926 0.788 7.603 1.045 15.352 1.027 17.222 1.188 17.922 1.231 18.813 1.218 35.852 1.32 47.013 1.346	Estación OK + 160 -47.901 1.008 -18.026 1.024 -15.613 1.046 -13.335 1.04 -12.091 0.987 -6.088 0.465 -5.719 0.272 -2.214 -0.234 -1.076 -0.775 0 -1.486 2.241 -0.818 3.357 -0.483 3.92 -0.381 7.119 0.996 7.462 1.126 16.352 1.106 17.488 1.203 24.457 1.281 34.708 1.342 47.574 1.372	Estación OK + 180 -49.266 0.992 -25.403 1.005 -19.222 1.047 -13.741 1.044 -10.384 0.896 -5.804 0.472 -5.477 0.294 -2.504 -0.135 -0.687 -1.009 0 -1.449 3.619 -0.371 3.675 -0.355 3.703 -0.35 7.312 1.204 7.321 1.208 10.632 1.2 17.408 1.186 33.065 1.362 34.376 1.366 48.135 1.398	Estación OK + 200 -50.63 0.976 -41.462 0.981 -27.057 1.078 -14.284 1.071 -6.46 0.728 -4.733 0.568 -3.919 0.126 -2.795 -0.036 -0.259 -1.242 0 -1.413 1.478 -0.973 3.304 -0.049 5.026 0.312 6.464 0.931 15.24 1.299 19.389 1.29 25.684 1.361 43.37 1.411 48.697 1.424

Continuación de Cuadro 6. Datos de las Secciones Transversales.

Estación 0K + 220	
-51.151	0.972
-49.159	0.995
-30.643	1.129
-27.608	1.096
-14.158	1.089
-5.884	0.728
-3.916	0.707
-3.026	0.228
-3.004	0.001
-2.711	-0.121
0	-1.398
0.363	-1.241
3.111	0.154
3.481	0.248
6.059	0.791
7.598	0.814
9.877	0.816
23.285	1.363
48.21	1.433

Estación 0K + 240	
-50.15	1.014
-35.118	1.186
-28.72	1.233
-16.555	1.1
-12.848	1.098
-10.568	0.998
-3.378	0.924
-3.088	0.767
-3.007	-0.06
-1.942	-0.505
0	-1.419
1.354	-0.834
3.32	0.164
4.657	0.505
6.502	0.893
11.924	0.977
19.957	0.984
29.445	1.371
47.083	1.42

Estación 0K + 260	
-49.15	1.055
-32.067	1.251
-23.493	1.284
-11.607	1.15
-4.789	1.09
-3.272	1.043
-3.092	0.714
-3.011	-0.121
-1.173	-0.888
0	-1.44
2.344	-0.427
3.529	0.174
5.834	0.761
6.946	0.995
16.25	1.139
30.037	1.152
35.605	1.379
45.956	1.408

Estación 0K + 280	
-48.149	1.096
-41.31	1.175
-14.569	1.277
-10.409	1.23
-8.023	1.209
-3.569	1.072
-3.043	0.107
-3.014	-0.183
-0.403	-1.272
0	-1.462
3.334	-0.02
3.737	0.185
7.01	1.018
7.389	1.097
20.576	1.301
40.117	1.319
41.765	1.387
44.829	1.395

Estación 0K + 300	
-47.91	1.11
-45.922	1.159
-16.74	1.275
-9.786	1.314
-8.649	1.224
-3.981	1.08
-3.913	1.094
-3.742	0.965
-3.099	-0.204
-2.711	-0.351
0	-1.481
0.479	-1.304
0.548	-1.257
3.782	0.141
4.071	0.36
7.246	1.167
11.167	1.24
22.045	1.405
37.913	1.412
43.152	1.417
44.014	1.399

Estación 0K + 320	
-48.617	1.082
-42.526	1.233
-30.901	1.279
-9.835	1.396
-6.391	1.124
-4.5	1.066
-4.29	1.107
-3.76	0.708
-3.271	-0.181
-2.074	-0.634
0	-1.498
1.485	-0.95
1.699	-0.802
3.643	0.038
4.544	0.72
6.447	1.204
18.902	1.437
20.604	1.462
23.088	1.464
40.306	1.48
43.138	1.421

Estación 0K + 340	
-49.325	1.053
-41.976	1.235
-36.467	1.329
-10.398	1.475
-9.316	1.415
-4.934	1.068
-4.667	1.121
-3.777	0.451
-3.442	-0.159
-1.437	-0.916
0	-1.515
2.492	-0.595
2.851	-0.348
3.503	-0.066
5.018	1.081
5.649	1.242
10.964	1.341
19.742	1.439
30.768	1.536
37.459	1.542
42.261	1.442

Estación 0K + 360	
-50.033	1.025
-47.005	1.1
-25.193	1.47
-12.088	1.543
-7.55	1.293
-5.188	1.106
-5.044	1.135
-3.795	0.195
-3.613	-0.136
-0.799	-1.199
0	-1.533
3.498	-0.24
3.797	-0.035
4.924	0.327
6.172	1.263
15.641	1.37
25.669	1.44
37.55	1.544
41.384	1.464

Estación 0K + 380	
-50.737	1.021
-50.095	1.03
-15.074	1.592
-13.918	1.611
-13.778	1.612
-5.785	1.172
-5.441	1.145
-5.42	1.149
-3.813	-0.062
-3.785	-0.113
-0.162	-1.482
0	-1.55
4.505	0.114
4.532	0.133
7.939	1.227
7.996	1.27
8.429	1.275
37.743	1.481
39.833	1.499
40.508	1.485

Estación 0K + 400	
-52.357	1.082
-49.295	1.125
-31.726	1.404
-15.402	1.577
-10.432	1.309
-5.77	1.053
-4.962	0.917
-3.595	-0.126
-3.105	-0.273
0	-1.48
0.611	-1.34
4.614	0.093
5.307	0.284
8.203	1.201
9.559	1.276
11.555	1.294
38.317	1.477
39.452	1.501

Estación 0K + 420	
-54.081	1.135
-49.008	1.207
-48.588	1.212
-44.322	1.254
-17.23	1.541
-16.406	1.497
-6.218	0.937
-4.453	0.639
-3.423	-0.147
-2.339	-0.472
0	-1.381
1.43	-1.054
4.453	0.028
5.927	0.434
8.116	1.128
10.927	1.281
15.068	1.319
35.4	1.459
38.198	1.517

Estación 0K + 440	
-55.806	1.189
-52.483	1.236
-39.685	1.375
-18.785	1.582
-10.207	1.099
-7.661	1.022
-6.116	0.846
-5.519	0.627
-3.944	0.361
-3.25	-0.169
-1.573	-0.67
0	-1.282
2.25	-0.767
4.292	-0.036
6.547	0.585
8.029	1.054
12.295	1.287
18.58	1.345
32.484	1.44
36.943	1.533

Continuación de Cuadro 6. Datos de las Secciones Transversales.

Estación OK + 460	
-57.53	1.243
-55.959	1.265
-30.783	1.538
-20.273	1.642
-15.959	1.399
-9.599	1.207
-5.738	0.767
-4.247	0.22
-3.436	0.084
-3.078	-0.19
-0.807	-0.869
0	-1.182
3.069	-0.48
4.131	-0.1
7.167	0.735
7.941	0.981
13.664	1.293
22.093	1.37
29.567	1.422
35.689	1.549

Estación OK + 480	
-59.119	1.297
-58.764	1.302
-25.556	1.661
-21.881	1.701
-21.76	1.702
-21.711	1.7
-11.537	1.392
-5.361	0.689
-2.976	-0.186
-2.927	-0.194
-2.905	-0.211
-0.041	-1.067
0	-1.083
3.889	-0.194
3.969	-0.165
7.787	0.886
7.854	0.907
15.032	1.299
25.605	1.396
26.651	1.403
34.434	1.565

Estación OK + 500	
-57.7	1.339
-54.925	1.376
-28.113	1.675
-21.961	1.67
-14.711	1.451
-9.814	1.358
-5.257	0.841
-4.81	0.524
-2.767	-0.216
-2.358	-0.349
0	-1.065
0.488	-0.894
0.755	-0.915
3.46	-0.3
4.525	0.355
7.15	1.079
12.933	1.236
14.069	1.242
15.934	1.28
27.496	1.531
28.674	1.448
35.186	1.584

Estación OK + 520	
-55.953	1.401
-49.645	1.483
-35.426	1.642
-22.215	1.631
-18.177	1.509
-7.864	1.314
-5.18	1.01
-4.249	0.351
-2.672	-0.221
-1.819	-0.499
0	-1.051
1.004	-0.7
1.552	-0.742
2.889	-0.438
5.089	0.915
6.369	1.267
9.19	1.344
14.724	1.376
23.804	1.557
28.76	1.665
31.14	1.496
36.085	1.6

Estación OK + 540	
-54.207	1.462
-44.365	1.591
-42.739	1.609
-22.468	1.593
-21.643	1.568
-5.913	1.27
-5.102	1.178
-3.688	0.177
-2.577	-0.225
-1.281	-0.848
0	-1.036
1.52	-0.505
2.335	-0.568
2.366	-0.556
5.633	1.442
5.826	1.448
15.335	1.499
16.042	1.504
30.665	1.753
33.606	1.545
36.983	1.616

Estación OK + 560	
-52.461	1.524
-46.425	1.603
-32.978	1.589
-22.616	1.647
-10.368	1.404
-8.038	1.397
-4.763	1.227
-4.278	0.818
-3.127	0.004
-2.482	-0.23
-0.742	-0.797
0	-1.022
2.036	-0.311
2.503	-0.347
3.916	0.209
5.777	1.347
9.998	1.482
15.334	1.491
26.661	1.572
34.496	1.705
36.072	1.594
37.882	1.632

Estación OK + 580	
-50.715	1.586
-49.673	1.601
-47.03	1.598
-22.727	1.733
-19.712	1.673
-7.747	1.654
-4.223	1.184
-2.884	0.055
-2.566	-0.17
-2.388	-0.234
-0.203	-0.947
0	-1.008
2.552	-0.117
2.671	-0.126
5.467	0.973
5.921	1.251
14.17	1.476
15.333	1.482
37.28	1.64
38.328	1.657
38.539	1.642
38.781	1.648

Estación OK + 600	
-50.897	1.692
-36.855	1.761
-25.544	1.917
-15.771	1.888
-9.165	1.867
-6.079	1.435
-4.094	1.217
-3.599	0.754
-2.328	-0.279
-0.614	-0.844
0	-0.992
0.882	-0.825
2.964	-0.121
5.374	0.822
7	1.274
14.057	1.468
18.656	1.565
37.194	1.689
39.196	1.667

Estación OK + 620	
-52.602	1.761
-52.573	1.766
-52.387	1.76
-50.265	1.803
-29.363	2.092
-26.445	2.083
-10.519	2.031
-9.299	1.861
-4.162	1.296
-2.883	0.098
-2.337	-0.346
-1.6	-0.589
0	-0.974
2.3	-0.54
3.206	-0.233
4.255	0.177
8.512	1.36
11.658	1.447
24.328	1.714
33.186	1.773
39.53	1.705

Estación OK + 640	
-53.707	1.784
-53.438	1.807
-51.614	1.754
-31.935	2.129
-30.097	2.187
-11.948	2.162
-10.964	2.062
-4.319	1.355
-4.071	1.187
-2.361	-0.388
-2.117	-0.452
0	-0.958
0.231	-0.931
3.092	-0.38
3.356	-0.137
8.659	1.348
9.727	1.566
12.554	1.558
28.053	1.904
30.438	1.872
32.2	1.858
42.035	1.759

Estación OK + 660	
-51.272	1.77
-50.41	1.908
-44.587	1.739
-32.767	1.964
-22.836	2.281
-13.368	2.268
-7.886	1.707
-4.596	1.357
-3.204	0.415
-2.369	-0.354
-1.018	-0.705
0	-0.948
1.237	-0.804
2.279	-0.604
3.532	0.55
5.413	1.077
10.006	2.017
22.169	1.98
24.679	2.036
32.868	1.927
38.92	1.878
46.867	1.798

Estación OK + 680	
-48.636	1.778
-47.059	2.032
-36.635	1.721
-34.035	1.772
-15.257	2.381
-15.104	2.381
-12.161	2.082
-5.209	1.384
-4.947	1.355
-2.49	-0.277
-2.421	-0.324
-2.387	-0.327
0	-0.936
0.03	-0.933
0.112	-0.89
2.592	-0.532
2.869	-0.299
4.402	1.078
6.781	1.212
11.345	1.18
17.266	2.175
28.578	2.059
34.909	1.972
44.269	1.893
50.611	1.827

Continuación de Cuadro 6. Datos de las Secciones Transversales.

Estación 0K + 700	
-48.141	1.784
-46.464	2.054
-42.931	2.102
-35.314	1.893
-26.348	2.027
-15.63	2.392
-11.227	1.95
-4.869	1.249
-3.709	0.477
-2.451	-0.383
-1.826	-0.43
0	-0.896
0.439	-0.85
1.622	-0.229
2.849	-0.052
3.79	0.739
4.553	1.425
12.454	1.872
27.608	1.764
29.566	2.093
33.306	2.055
35.399	2.026
48.903	1.912
53.441	1.865

Estación 0K + 720	
-47.647	1.79
-46.467	1.98
-36.204	2.12
-34.977	2.16
-16.034	2.431
-5.304	1.224
-4.756	1.138
-4.701	1.077
-2.481	-0.441
-1.266	-0.532
0	-0.855
0.848	-0.767
3.087	0.408
3.096	0.427
4.897	1.768
4.734	1.771
4.993	1.774
20.058	2.41
34.844	2.146
41.88	2.03
53.537	1.931
56.271	1.903

Estación 0K + 740	
-47.152	1.796
-46.471	1.906
-40.541	1.987
-26.814	2.432
-16.164	2.584
-10.132	1.906
-4.335	0.994
-3.75	0.348
-2.511	-0.499
-0.705	-0.635
0	-0.815
1.256	-0.685
2.501	-0.031
2.892	0.869
3.771	1.604
8.946	2.023
29.942	2.287
36.289	2.276
43.329	2.164
54.208	1.984
58.171	1.95
59.101	1.941

Estación 0K + 760	
-46.658	1.803
-46.474	1.832
-44.878	1.854
-18.652	2.704
-16.295	2.738
-14.959	2.587
-3.914	0.851
-2.798	-0.382
-2.541	-0.558
-0.145	-0.738
0	-0.774
1.665	-0.602
1.915	-0.471
2.689	1.311
2.844	1.441
13.158	2.275
16.783	2.321
32.988	2.294
42.052	2.295
45.284	2.29
60	2.091

Estación 0K + 780	
-45.023	1.917
-40.28	2.055
-16.275	2.861
-14.468	2.694
-5.712	1.327
-4.702	0.369
-3.798	-0.58
-1.705	-0.769
0	-0.9
1.009	0.333
2.082	0.456
2.572	1.668
9.117	2.21
24.384	2.443
25.9	2.186
28.466	2.243
30.362	2.475
35.86	2.469
58.524	2.449
60	2.431

Estación 0K + 800	
-42.5	2.176
-26.76	2.636
-16.353	2.985
-11.745	2.56
-8.247	2.014
-5.878	-0.234
-5.538	-0.59
-0.567	-1.039
0	-1.083
2.369	1.81
2.519	1.827
2.588	1.997
3.502	2.072
5.634	2.105
6.085	2.029
6.392	1.659
6.817	1.569
10.508	-0.96
13.486	-0.436
15.118	-0.206
19.036	0.66
22.531	2.123
23.676	2.19
28.106	2.505
30.042	2.548
34.462	2.477
38.317	2.532
43.821	0.95
44.133	0.587
44.656	-0.614
44.973	-0.649
47.02	-0.87
47.468	-0.8
49.501	-0.457
49.817	-0.152
50.449	0.971
52.392	1.151
60	1.878

Estación 0K + 820	
-60	2.552
-38.507	2.321
-24.573	2.219
-19.624	2.11
-11.353	2.061
-9.757	1.96
-8.538	1.311
-3.547	-0.211
-2.744	-0.367
0	-1.026
2.725	1.73
2.909	1.773
3.057	2.034
3.3	2.094
5.199	2.077
6.819	1.966
6.98	1.69
7.358	1.642
10.577	-1.041
11.859	-0.965
17.413	-0.585
18.248	0.073
20.398	1.611
31.568	2.693
34.216	2.85
47.734	2.476
60	2.225

Estación 0K + 840	
-60	-0.467
-55.292	-0.753
-52.806	-0.661
-48.964	-0.514
-48.211	0.126
-44.83	1.605
-34.595	2.544
-17.612	2.456
-12.258	2.572
-11.872	2.55
-7.758	2.224
-7.506	2.208
-3.52	0.087
-2.587	-0.198
-0.643	-0.575
0	-0.73
0.639	-0.083
1.864	0.206
2.85	1.944
4.474	2.341
17.135	2.232
27.936	1.488
29.01	-0.35
31.536	-0.671
31.661	-0.775
33.111	-0.689
35.585	-0.567
35.751	-0.496
37.727	0.839
51.843	2.265
57.507	2.631
60	2.594

Continuación de Cuadro 6. Datos de las Secciones Transversales.

Estación OK + 880	
-58.977	2.108
-29.921	2.289
-29.524	2.287
-29.279	2.292
-28.066	2.317
-24.089	2.349
-7.556	2.53
-4.584	1.827
-3.068	1.043
-2.676	-0.004
-1.707	-0.568
-1.311	-0.645
0	-0.844
1.204	-0.543
1.723	-0.47
2.46	0.506
2.874	1.122
3.523	1.246
6.627	2.491
9.369	2.47
28.175	2.337
44.713	2.053
49.07	1.996
51.031	1.968
53.234	1.955
54.159	1.948

Estación OK + 880	
-60	1.811
-56.73	0.392
-55.946	-0.025
-49.721	1.146
-46.028	1.909
-29.132	2.152
-24.849	2.255
-21.463	2.344
-20.447	2.335
-7.422	2.54
-3.135	1.16
-2.582	0.459
-2.164	-0.588
-1.639	-0.652
0	-0.847
0.665	-0.736
2.314	-0.434
2.738	0.012
3.256	1.025
5.583	1.25
17.519	2.453
22.806	2.533
36.404	2.307
41.629	2.164

Estación OK + 900	
-44.959	2.076
-24.908	2.326
-17.849	2.468
-16.32	2.397
-6.279	2.555
-3.675	1.716
-2.407	0.112
-2.158	-0.514
-0.966	-0.659
0	-0.774
1.501	-0.522
2.466	-0.346
3.413	0.653
3.717	1.245
8.8	1.737
15.644	2.427
27.136	2.607
34.448	2.488
45.871	2.175

Estación OK + 920	
-37.755	2.231
-27.368	2.36
-12.013	2.669
-8.688	2.514
-5.136	2.57
-4.215	2.273
-2.233	-0.235
-2.151	-0.44
-0.293	-0.667
0	-0.702
2.338	-0.309
2.617	-0.258
4.089	1.293
4.177	1.465
12.016	2.224
13.769	2.401
31.666	2.682
32.492	2.669
50.113	2.187

Estación OK + 940	
-33.642	2.391
-31.208	2.398
-29.485	2.424
-9.036	2.766
-8.338	2.694
-4.89	2.509
-4.51	2.059
-2.374	-0.399
-1.916	-0.452
0	-0.668
0.491	-0.597
2.695	-0.236
4.012	1.213
5.246	1.689
12.445	2.371
14.006	2.395
17.389	2.484
32.715	2.717
47.951	2.28
49.558	2.19
49.882	2.2
50.505	2.19

Estación OK + 960	
-37.349	2.375
-27.972	2.4
-21.333	2.5
-8.954	2.707
-8.834	2.486
-4.781	2.377
-3.668	1.054
-2.412	-0.389
-1.11	-0.539
0	-0.665
1.381	-0.468
2.624	-0.261
3.379	0.569
6.932	1.941
11.004	2.327
15.84	2.401
26.322	2.677
32.715	2.774
39.071	2.592
46.073	2.202
47.488	2.244
50.204	2.2

Estación OK + 980	
-41.055	2.358
-24.736	2.402
-13.18	2.576
-8.872	2.648
-5.329	2.279
-4.672	2.244
-2.822	0.049
-2.45	-0.379
-0.305	-0.627
0	-0.661
2.231	-0.338
2.553	-0.286
2.745	-0.074
8.817	2.194
9.563	2.283
17.675	2.407
24.124	2.577
31.717	2.771
35.171	2.626
42.588	2.213
45.093	2.288
49.903	2.21

Estación 1K + 000	
-51.577	2.332
-38.372	2.367
-24.723	2.566
-18.75	2.656
-10.51	2.646
-7.943	2.391
-4.378	1.979
-4.122	1.341
-2.522	-0.419
-0.757	-0.613
0	-0.832
0.676	-0.52
2.533	-0.261
3.957	0.396
8.66	2.217
26.827	2.66
26.981	2.662
27.225	2.669
37.796	2.279
38.961	2.219
42.213	2.309
48.206	2.214

Estación 1K + 020	
-59.708	2.33
-53.47	2.451
-38.161	2.672
-33.287	2.522
-18.965	2.613
-8.924	2.268
-3.44	1.635
-2.748	-0.087
-2.38	-0.492
-1.974	-0.537
0	-1.108
1.762	-0.294
2.38	-0.208
6.076	1.497
7.7	2.126
14.126	2.283
19.948	2.633
27.285	2.53
32.868	2.308
34.585	2.356
42.88	2.225

Estación 1K + 040	
-60	2.428
-42.089	2.491
-33.249	2.646
-14.142	2.688
-12.722	2.675
-3.277	1.742
-2.863	1.142
-2.494	-0.384
-1.868	-0.529
0	-1.011
0.738	-0.754
1.376	-0.33
2.754	0.398
3.564	1.72
5.1	2.307
25.805	2.534
29.797	2.558
32.656	2.559
45.129	2.608
52.186	2.632
55.4	2.651
60	2.628

Estación 1K + 060	
-59.178	2.355
-34.724	2.372
-22.379	2.586
-16.938	2.676
-12.954	2.523
-6.414	2.464
-3.702	2.196
-2.362	0.257
-2.272	-0.118
-0.359	-0.56
0	-0.652
1.996	0.044
3.723	1.19
3.819	1.241
3.875	1.333
5.657	2.014
10.66	2.417
13.777	2.588
45.896	2.782
53.755	2.786
60	2.876

Estación 1K + 080	
-27.659	2.427
-18.675	2.605
-8.77	2.681
-7.399	2.547
-4.377	2.373
-3.452	1.487
-2.244	-0.076
-1.446	-0.181
0	-0.541
0.529	-0.461
1.936	0.059
2.408	0.449
3.826	1.264
6.329	2.232
7.585	2.807
21.879	2.536
34.773	2.422
37.236	2.554
45.11	2.555
51.211	2.47
55.55	2.473
60	2.416

Continuación de Cuadro 6. Datos de las Secciones Transversales.

Estación 1K + 100	
-30.07	2.499
-27.465	2.55
-8.638	2.695
-6.031	2.439
-4.772	2.367
-2.84	0.515
-2.342	-0.13
-0.605	-0.356
0	-0.507
1.223	-0.322
1.806	-0.107
2.982	0.864
3.562	1.197
4.583	1.593
8.452	2.747
21.18	2.684
28.859	2.603
35.847	2.583
38.504	2.574
43.756	2.578
59.932	2.371
60	2.369

Estación 1K + 120	
-35.638	2.528
-17.631	2.657
-10.791	2.742
-7.761	2.614
-4.82	2.325
-4.634	2.073
-2.312	-0.139
-1.772	-0.225
0	-0.46
0.028	-0.463
1.336	-0.266
5.069	0.424
6.565	1.556
10.817	2.909
24.035	2.712
25.786	2.698
31.967	2.677
32.421	2.677
57.734	2.355
60	2.319

Estación 1K + 140	
-43.354	2.524
-42.127	2.556
-40.016	2.576
-17.528	2.856
-5.526	2.346
-4.042	2.201
-3.222	1.089
-2.032	-0.045
-0.026	-0.365
0	-0.371
0.11	-0.398
0.229	-0.371
0.326	-0.272
0.631	-0.201
1.272	-0.14
2.046	-0.346
5.392	0.583
16.696	2.672
16.982	2.889
17.794	3.147
20.318	3.109
21.88	3.097
31.869	2.652
36.035	2.576
54.814	2.337
58.889	2.273

Estación 1K + 160	
-53.881	2.457
-36.748	2.904
-26.279	3.003
-24.905	2.887
-3.984	2.108
-3.291	2.079
-3.265	2.076
-1.811	0.105
-1.752	0.048
-1.652	0.032
0	-0.377
0.011	-0.38
1.478	-0.044
2.673	1.173
6.419	2.045
13.889	2.754
14.063	2.758
14.4	2.75
14.666	2.648
22.215	0.125
25.133	1.045
28.751	2.78
32.47	2.614
41.198	2.456
51.894	2.32
54.215	2.283

Estación 1K + 180	
-48.591	2.529
-42.193	2.565
-26.241	2.798
-17.012	2.96
-16.226	2.902
-3.765	2.473
-2.574	1.011
-2.006	0.131
-0.699	-0.067
0	-0.229
1.199	-0.112
1.804	0.017
1.957	1.514
2.274	1.947
10.479	2.417
25.357	2.662
31.394	2.72
36.144	2.882
44.141	2.882
58.015	2.741
59.085	2.728
60	2.722

Estación 1K + 200	
-34.219	2.61
-22.296	2.915
-11.51	3.007
-9.621	2.843
-5.469	2.674
-4.385	2.031
-2.612	0.268
-0.89	0.024
0	-0.147
1.602	-0.025
2.292	0.075
3.026	0.604
3.819	2.243
18.71	2.564
24.71	2.522
25.704	2.714
26.747	2.741
32.749	2.842
41.412	2.669
49.067	2.609
54.237	2.528
55.496	2.017
59.109	0.263
60	0.722

Estación 1K + 220	
-39.677	2.73
-38.742	2.713
-17.624	2.855
-16.749	2.868
-12.847	2.686
-6.229	2.415
-3.401	0.738
-3.075	0.414
-2.76	0.369
0	-0.161
0.38	-0.132
2.722	0.208
5.214	2.002
5.445	2.479
11.849	2.617
16.14	2.68
22.269	2.871
44.348	2.688
45.423	2.679
47.82	2.641
60	2.429

Estación 1K + 240	
-41.073	2.772
-38.85	2.73
-23.668	2.844
-16.606	2.956
-8.325	2.576
-6.21	2.335
-5.908	1.904
-3.322	0.424
-2.724	0.304
0	-0.169
0.357	-0.08
2.942	0.254
3.313	0.593
5.791	2.429
14.531	2.79
15.775	2.966
33.996	2.716
34.12	2.71
35.567	2.682
38.06	2.693
46.991	2.526

Continuación de Cuadro 6. Datos de las Secciones Transversales.

Estación 1K + 260	
-43.668	2.863
-38.556	2.767
-30.347	2.829
-15.042	3.071
-10.256	2.851
-5.293	2.284
-4.582	1.273
-3.045	0.393
-1.627	0.107
0	-0.175
0.874	0.043
2.424	0.244
3.372	1.112
4.856	2.21
10.088	2.427
14.335	3.029
25.427	2.876
26.095	2.848
33.875	2.693
35.46	2.701
41.138	2.595

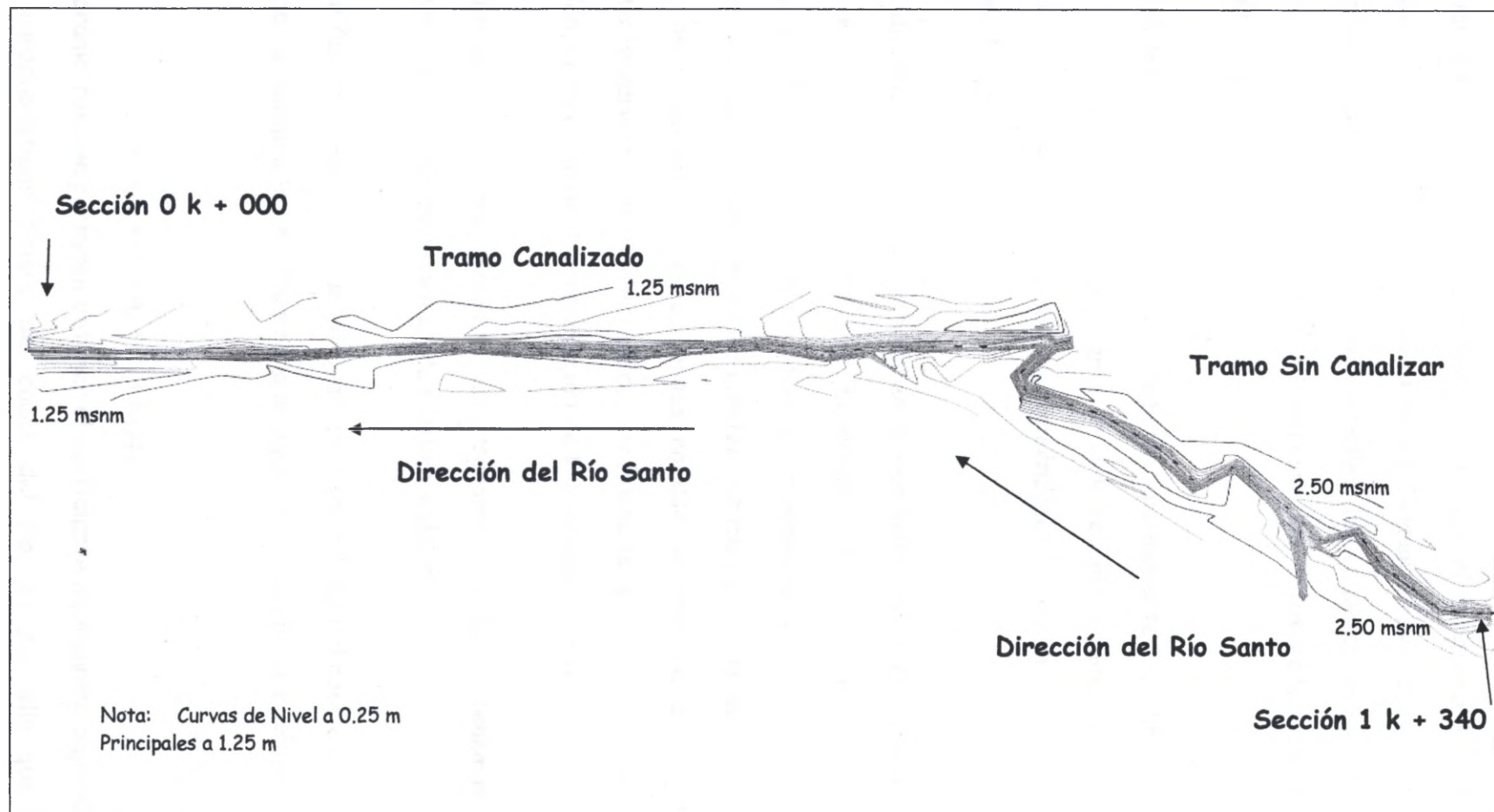
Estación 1K + 280	
-46.264	2.954
-38.261	2.804
-37.026	2.814
-13.478	3.186
-12.188	3.126
-4.375	2.234
-3.257	0.642
-2.768	0.362
-0.53	-0.089
0	-0.181
1.392	0.167
1.906	0.233
3.432	1.63
3.921	1.992
5.645	2.063
12.895	3.091
16.857	3.037
18.07	2.985
32.184	2.705
32.861	2.708
35.286	2.663

Estación 1K + 300	
-48.001	2.908
-39.836	2.795
-36.777	2.816
-20.796	3.063
-11.301	3.242
-10.916	3.18
-4.099	2.37
-3.401	1.813
-2.4	0.383
-1.784	0.273
0	-0.127
0.927	0.079
2.054	0.391
2.676	0.888
3.755	2.106
15.031	2.716
18.634	3.181
19.101	3.163
23.538	3.092
38.157	2.747

Estación 1K + 320	
-37.164	3.011
-32.759	2.95
-18.039	3.133
-9.154	3.3
-7.11	2.971
-5.153	2.739
-2.834	0.887
-2.534	0.459
-0.558	0.108
0	-0.017
2.721	0.589
3.071	0.686
4.816	2.079
5.159	2.466
12.715	2.875
15.917	3.319
26.21	3.299
39.096	2.973
42.709	2.862

Estación 1K + 340	
-32.238	3.057
-31.491	3.047
-18.599	3.208
0	0.033
4.168	1.326
5.788	2.62
5.797	2.63
6	2.641
11.476	3.4
17.765	3.388
30.031	3.31
37.043	3.093

Figura 5. Vista de Planta del Cauce del río Santo, en la zona del proyecto Residencial Mi Casita y las secciones transversales levantadas en campo, para ser utilizadas en el programa HEC-RAS.



Obtenidas las secciones transversales, se utilizó el programa HEC-RAS 3.1.3., para modelar el comportamiento de las diferentes avenidas. En base a la geometría de las secciones transversales, los caudales de avenidas y otras características se procedió a ingresar los datos necesarios para correr el programa HEC-RAS.

Con HEC-RAS se resuelve el régimen permanente unidimensional gradualmente variado (caudal constante en cada sección, y variación gradual de velocidades entre secciones), obteniéndose la curva de remanso correspondiente.

El procedimiento del cálculo se basa en la resolución de la ecuación de la energía unidimensional y permanente (Ecuación de Bernoulli), evaluando las pérdidas por fricción mediante la fórmula de Manning, y las pérdidas de contracción-expansión mediante coeficientes que multiplican la variación del término de velocidad. En las secciones en que se produce un régimen rápidamente variado (resalto hidráulico, confluencias, etc.) emplea para su resolución, la ecuación de la conservación de la cantidad de movimiento.

Como últimos datos que necesita el programa HEC-RAS, tenemos el coeficiente de fricción de manning y la pendiente del río.

Al haber tantos parámetros que influyen en el valor final del coeficiente de rugosidad de manning (n), se desarrolló la siguiente ecuación para estimar su valor:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$$

Estos parámetros que permiten obtener el coeficiente de manning dependen de las características físicas del cauce del río, es por ello que se

recomienda la siguiente tabla para poder definir un valor estimado del coeficiente de rugosidad de manning que debemos utilizar (ver cuadro 7). Además de ayudarnos con fotos de la zona estudiada (ver inicio de informe).

Cuadro 7. Para determinar el coeficiente rugosidad de manning del cauce del Río Santo (zona analizada).

Condiciones del Canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n ₀	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n ₁	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n ₂	0.000
	Ocasionalmente Alterada		0.005
	Frecuentemente Alterada		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificantes	n ₃	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n ₄	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m ₅	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fuente: Hidráulica de Canales, Ven Te Chow.

En la tabla se indican los valores que pueden tomar cada parámetro, según las condiciones. Sin embargo el valor escogido para la corrida dependerá de las condiciones que se observen en campo y del criterio del ingeniero competente del análisis. Los valores se escogerán asumiendo las condiciones actuales de este tramo del río Santo. Además se determinarán dos

coeficientes de manning, uno para el cauce del río y otro para las orillas o márgenes.

Se han escogido los siguientes valores para el cálculo de n en el cauce del río Santo:

$$n_0 = 0.020$$

$$m_5 = 0.045$$

$$n_1 = 0.005$$

$$n_2 = 0.005$$

$$n_3 = 0.010$$

$$n_4 = 0.005$$

Mientras que para las orillas del río se han escogido los siguientes valores para el cálculo de n :

$$n_0 = 0.020$$

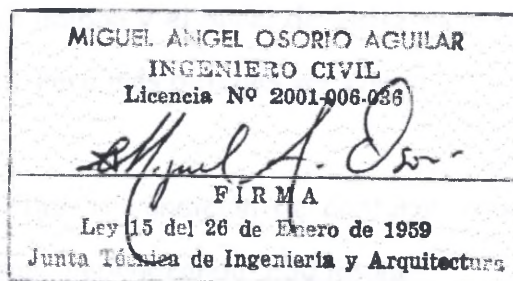
$$m_5 = 1.00$$

$$n_1 = 0.010$$

$$n_2 = 0.005$$

$$n_3 = 0.010$$

$$n_4 = 0.030$$



Como resultados, el valor calculado para el coeficiente de Manning del cauce principal es de 0.045, pero se utilizará 0.050 para estar del lado de la seguridad. Para la margen derecha e izquierda se obtuvo un valor de 0.075. Estos coeficientes toman en cuenta la vegetación presente en las márgenes.

El cálculo hidráulico del río se realizó en régimen mixto (aunque se ajusta más a un régimen subcrítico), tomándose como condición de contorno de

aguas abajo el nivel máximo que puede alcanzar una marea alta y aguas arriba, la pendiente del río en el tramo analizado ($s = 0.004 \text{ m/m}$).

Se hace necesario destacar que las mareas máximas alcanzan valores de hasta 20 pies ó 6.10 m; pero se debe tener en cuenta que el nivel de referencia de las mareas en Balboa (Pacífico) es el NIVEL MEDIO DE LAS MAREAS BAJAS DE SICIGIA, el cual está, según el Servicio Geodésico y de Costas de los Estados Unidos, 8.6 pies por debajo del Nivel Medio del Mar en Balboa. Las Mareas de Sicigia, también conocidas como Marea Sicigial, son las mareas extremas que ocurren en períodos de luna llena y luna nueva. Para fijar el valor máximo de marea alta se ha utilizado información de la ACP, donde fijan que el nivel máximo extremo de marea alta es de 11.8 pies ó 3.60 m (por encima del Nivel de Referencia del Canal); a este valor hay que restarle 1.0 pie ó 0.3048 m que es la diferencia que entre el Nivel Medio del Mar (MSL) en Balboa y el Nivel de Referencia del Canal (PLD y de uso exclusivo del Canal). Para más detalles ver anexo 2.

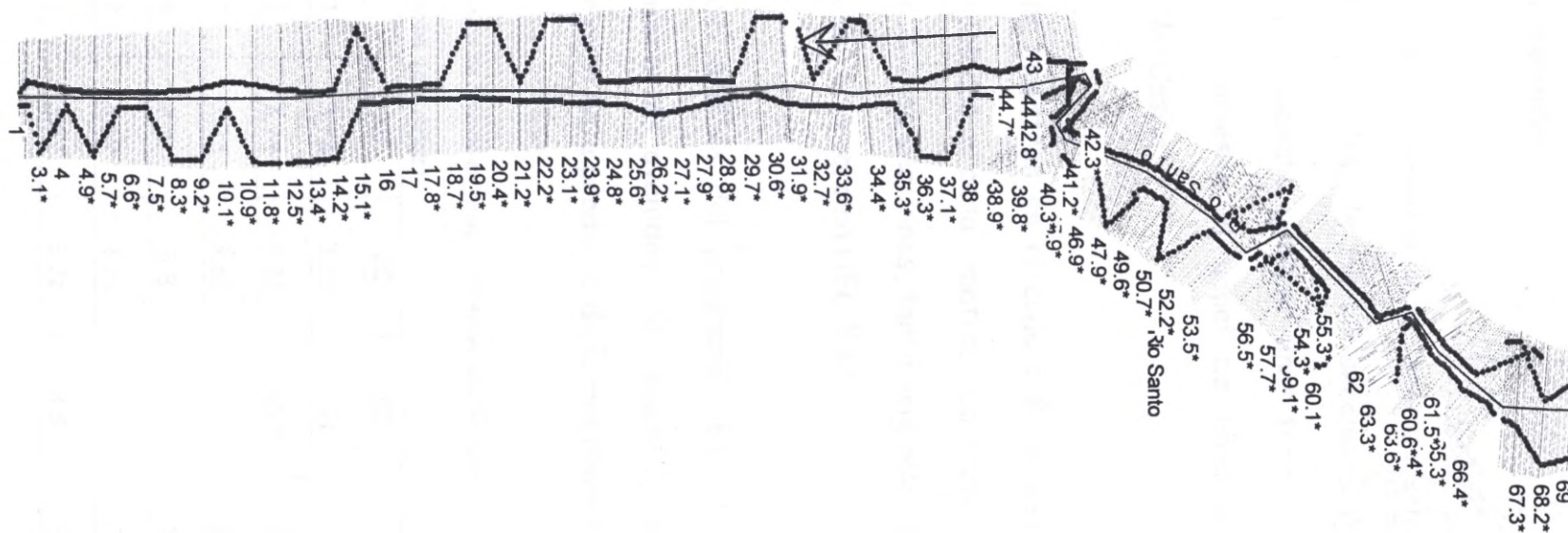
Por lo tanto la marea extrema para fijar la condición de contorno aguas debajo de la modelación será 3.295 msnm, redondeando 3.30 msnm.

Debido a que claramente se evidencia que las mareas altas del Pacífico generan niveles de agua en el cauce del río Santo de 3.30 msnm y la topografía presente en la zona analizada presenta elevaciones menores a este nivel, se han modificado las secciones transversales del río Santo agregando una terracería a ambas márgenes con elevación de 6 msnm. Este es un nivel que se considera adecuado para evitar problemas de inundaciones en las casas que se construyan en el proyecto residencial "Mi Casita".

Además para poder obtener mejores resultados, se generaron secciones transversales a cada dos metros producto de un proceso de interpolación entre las secciones reales levantadas en campo. Estas secciones producto de interpolación solo tienen el objetivo de mejorar los resultados, y por lo tanto no se muestran gráficos de estas secciones, ni tampoco se incluyen en la tabla de resultados de las secciones transversales; sobre todo por que la variación entre secciones bastante regular y ayuda a la correcta modelación.

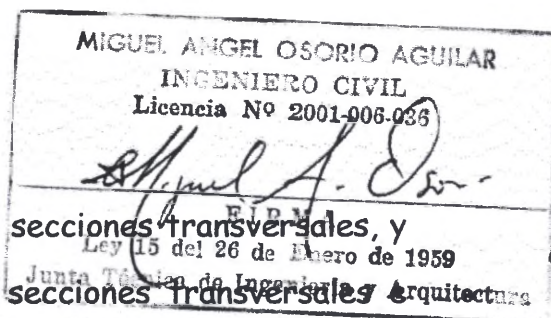
Como análisis adicional, se modelaron las avenidas asumiendo que no se dé este evento en coincidencia con una marea alta, de tal forma que se pueda apreciar la real afectación que genera la marea alta al introducirse aguas tierra dentro. Para este caso solo se varió la condición de contorno de aguas abajo como pendiente normal de 0.001 m/m.

Figura 6. Vista de Planta del Cauce del Río Santo y secciones transversales originales e interpoladas a cada 2 metros, ya introducida esta información en el programa HEC-RAS.



10. Resultados del cálculo hidráulico.

Se ha corrido el programa para la geometría de las secciones transversales, y cada uno de los caudales de avenidas; de las 69 secciones transversales y interpolaciones. Además fue necesario generar unas terracerías en ambas márgenes del río Santo que hiciesen el papel de nivel preliminar para construcción en el proyecto "Mi Casita".



Los resultados en detalle se muestran en el cuadro 8, en esta tabla no se incluyen las secciones interpoladas a cada metro. La tabla 6 muestra los resultados detallados para todas las secciones, tanto originales como producto de la interpolación generada por el programa HEC-RAS.

Como resultado principal del análisis del programa HEC-RAS tenemos los niveles que alcanzan las diferentes avenidas, los resultados se muestran a continuación en conjunto con otra data producto de la modelación:

Cuadro 8. Niveles estimados para cada evento de avenida en msnm y con marea alta presente.

Sección	Periodo de Retorno (en Años)						
	2	5	10	20	25	30	50
0k+005	3.57	3.71	3.78	3.87	3.91	4	4.07
0k+010	3.54	3.67	3.74	3.83	3.88	3.96	4.03
0k+020	3.53	3.67	3.73	3.82	3.87	3.96	4.03
0k+040	3.52	3.64	3.71	3.8	3.84	3.93	4
0k+060	3.5	3.62	3.69	3.77	3.82	3.9	3.97
0k+080	3.49	3.61	3.67	3.76	3.8	3.88	3.95

Sección	Periodo de Retorno (en Años)						
	2	5	10	20	25	30	50
0k+100	3.49	3.6	3.67	3.75	3.79	3.87	3.94
0k+120	3.47	3.58	3.64	3.72	3.76	3.84	3.91
0k+140	3.47	3.58	3.63	3.71	3.75	3.83	3.9
0k+160	3.47	3.57	3.63	3.71	3.75	3.83	3.89
0k+180	3.46	3.57	3.62	3.7	3.74	3.82	3.88
0k+200	3.45	3.55	3.6	3.68	3.72	3.79	3.86
0k+220	3.44	3.54	3.59	3.66	3.7	3.77	3.83
0k+240	3.43	3.52	3.57	3.64	3.68	3.75	3.81
0k+260	3.43	3.53	3.58	3.65	3.68	3.75	3.82
0k+280	3.43	3.52	3.57	3.63	3.67	3.74	3.8
0k+300	3.42	3.51	3.56	3.63	3.66	3.73	3.79
0k+320	3.42	3.5	3.55	3.61	3.64	3.71	3.77
0k+340	3.42	3.5	3.54	3.61	3.64	3.71	3.77
0k+360	3.4	3.48	3.52	3.58	3.61	3.68	3.73
0k+380	3.4	3.47	3.51	3.57	3.6	3.66	3.71
0k+400	3.4	3.47	3.51	3.56	3.59	3.65	3.71
0k+420	3.39	3.46	3.49	3.55	3.58	3.64	3.69
0k+440	3.39	3.45	3.49	3.54	3.57	3.63	3.68
0k+460	3.38	3.45	3.48	3.54	3.56	3.62	3.67
0k+480	3.35	3.39	3.42	3.45	3.47	3.51	3.55
0k+500	3.36	3.41	3.44	3.47	3.5	3.54	3.58
0k+520	3.35	3.38	3.4	3.44	3.45	3.49	3.52
0k+540	3.35	3.39	3.41	3.44	3.46	3.5	3.53
0k+560	3.35	3.38	3.41	3.44	3.45	3.49	3.52
0k+580	3.34	3.38	3.4	3.43	3.45	3.48	3.51
0k+600	3.34	3.37	3.39	3.42	3.44	3.47	3.5
0k+620	3.34	3.37	3.39	3.42	3.44	3.47	3.5

Sección	Periodo de Retorno (en Años)						
	2	5	10	20	25	30	50
0k+640	3.34	3.37	3.39	3.42	3.43	3.46	3.49
0k+660	3.33	3.36	3.38	3.41	3.42	3.45	3.47
0k+680	3.33	3.36	3.38	3.4	3.42	3.45	3.47
0k+700	3.33	3.36	3.37	3.4	3.41	3.44	3.46
0k+720	3.33	3.35	3.37	3.39	3.4	3.43	3.45
0k+740	3.33	3.35	3.37	3.39	3.4	3.43	3.45
0k+760	3.33	3.35	3.37	3.39	3.4	3.42	3.45
0k+780	3.33	3.35	3.36	3.38	3.39	3.41	3.44
0k+800	3.33	3.35	3.36	3.38	3.39	3.41	3.43
0k+820	3.32	3.34	3.36	3.37	3.38	3.41	3.42
0k+840	3.32	3.34	3.35	3.37	3.38	3.4	3.42
0k+860	3.32	3.34	3.35	3.37	3.38	3.4	3.42
0k+880	3.32	3.34	3.35	3.37	3.37	3.39	3.41
0k+900	3.32	3.34	3.35	3.36	3.37	3.39	3.41
0k+920	3.32	3.34	3.35	3.36	3.37	3.39	3.4
0k+940	3.32	3.33	3.34	3.36	3.36	3.38	3.4
0k+960	3.32	3.33	3.34	3.36	3.36	3.38	3.39
0k+980	3.32	3.33	3.34	3.35	3.36	3.38	3.39
1k+000	3.32	3.33	3.34	3.35	3.35	3.37	3.38
1k+020	3.31	3.33	3.33	3.34	3.35	3.36	3.38
1k+040	3.31	3.32	3.33	3.34	3.35	3.36	3.37
1k+060	3.31	3.32	3.33	3.34	3.35	3.36	3.37
1k+080	3.31	3.32	3.33	3.34	3.34	3.36	3.37
1k+100	3.31	3.32	3.33	3.34	3.34	3.35	3.36
1k+120	3.31	3.32	3.33	3.33	3.34	3.35	3.36
1k+140	3.31	3.32	3.32	3.33	3.34	3.35	3.36
1k+160	3.31	3.32	3.32	3.33	3.33	3.34	3.35

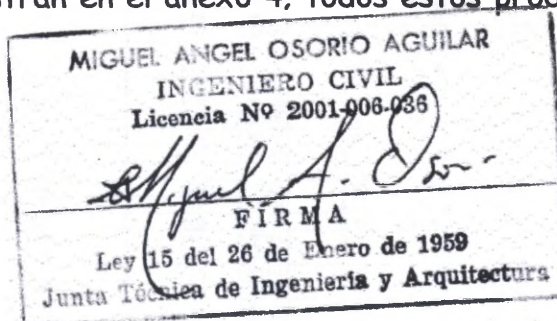
Sección	Periodo de Retorno (en Años)						
	2	5	10	20	25	30	50
1k+180	3.31	3.32	3.32	3.33	3.33	3.34	3.35
1k+200	3.31	3.31	3.32	3.33	3.33	3.34	3.34
1k+220	3.31	3.31	3.32	3.32	3.32	3.33	3.34
1k+240	3.31	3.31	3.31	3.32	3.32	3.33	3.33
1k+260	3.31	3.31	3.31	3.32	3.32	3.32	3.33
1k+280	3.3	3.31	3.31	3.31	3.31	3.32	3.32
1k+300	3.3	3.31	3.31	3.31	3.31	3.32	3.32
1k+320	3.3	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31	3.32
1k+340	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30

Como se puede observar, a todo lo largo del río Santo, en caso de avenidas con marea alta, los niveles los fija el nivel de marea. La marea extrema analizada es de 19.4 pies correspondiente a un nivel de marea de 3.30 msnm; se genera con la topografía actual una intrusión del mar en los terrenos con cotas menores de 3.30 msnm. En el caso de la del proyecto "Mi Casita" se ha procedido a generar secciones transversales con niveles de terracería de 6 msnm para modelar las crecidas y sacar conclusiones sobre el comportamiento de las crecidas con mareas altas; encontrándose que este nivel de terracería permitir colocar las viviendas de este proyecto a una cota segura. En la sección de más aguas arriba se presenta un nivel de crecida de 50 años de retorno y marea alta presente de 4.07 msnm; que es el nivel que debe tomarse como referencia para fijar una cota segura para el proyecto "Mi Casita".

Otro punto interesante y de mucha importancia es que es muy posible que el nivel de terracería de 6 msnm y que da seguridad contra inundaciones aún genere problemas con los sistemas de alcantarillado y aguas residuales de este proyecto residencial "Mi Casita", ya que como estos sistemas deben desalojar a láminas libre y no sumergidos en su sitio de desembocadura, el nivel de 6 msnm puede que no sea suficiente para un correcto sistema de alcantarillado y aguas residuales; generando un colapso temporal de estos servicios y produciendo daños y contaminación de las viviendas de este proyecto por el retorno de las aguas residuales a los servicios higiénicos, etc. . El nivel definitivo para construcción del proyecto "Mi Casita" debe ser fijado por el Ingeniero Sanitario que diseñe el sistema de alcantarillado y aguas residuales, para que se tengan las pendientes mínimas necesarias para el sistema, pero que se descargue siempre en lámina libre. El nivel de referencia para el diseño de estos sistemas debe ser el nivel máximo de la avenida de 50 años de retorno con presencia de marea alta, es decir 4.07 msnm. Por lo tanto cualquier estructura o sistema que este por debajo de este nivel y que tenga acceso al río Santo es susceptible a daños por inundación.

Además, como mínimo se recomienda que los taludes de la terracería se inicien por lo menos a 25 m del borde del río Santo, de tal forma que no se disminuya drásticamente la capacidad de embalsar caudales por efecto de mareas alta y lluvias en tierra firme. También deberá tomarse en cuenta que al generarse terracería en una sola de las márgenes y no en las dos, se generará una afectación adicional a la normal a la margen que no sea elevada con terracería.

En el cuadro 9 se presentan los resultados de niveles, velocidades profundidades, etc. de los diferentes niveles de avenidas, tanto para un evento de crecida con marea alta en el Pacífico, como sin marea alta en el Pacífico. También se presentan algunos gráficos (gráfico 1 al 16) que muestran los perfiles de agua para cada evento de crecida con y sin marea alta en el Pacífico, así como esquemas en 3D de los diferentes eventos de crecidas con y sin marea alta en Pacífico. Las secciones transversales con terracerías y los eventos de crecidas con y sin marea alta en el Pacífico se muestran en el anexo 3. Las curvas de capacidad para cada sección transversal con terracería con y sin marea alta en el Pacífico se muestran en el anexo 4; todos estos producto del programa HEC-RAS.



Cuadro 9. Resultado del Análisis de Avenidas con el HEC-RAS.

HEC-RAS River: Rio Santo Reach: Rio Santo													
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q2años	38.00	0.03	3.36	1.73	3.39	0.001308	0.76	52.35	59.51	0.23
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q2años	38.00	0.03	3.57	1.73	3.59	0.000836	0.60	67.38	72.58	0.18
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q5años	51.50	0.03	3.55	1.95	3.58	0.001652	0.84	65.75	72.43	0.28
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q5años	51.50	0.03	3.71	1.95	3.73	0.001010	0.72	77.38	73.49	0.21
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q10años	58.50	0.03	3.63	2.06	3.67	0.001619	0.87	72.03	73.01	0.26
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q10años	58.50	0.03	3.78	2.06	3.81	0.001071	0.77	82.54	73.96	0.22
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q20años	67.60	0.03	3.74	2.18	3.78	0.001580	0.92	79.88	73.72	0.28
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q20años	67.60	0.03	3.87	2.18	3.90	0.001129	0.82	89.20	74.55	0.22
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q25años	72.30	0.03	3.79	2.23	3.84	0.001561	0.94	83.81	74.07	0.28
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q25años	72.30	0.03	3.91	2.23	3.95	0.001152	0.85	92.60	74.86	0.23
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q30años	81.50	0.03	3.89	2.35	3.94	0.001527	0.97	91.33	74.74	0.28
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q30años	81.50	0.03	4.00	2.35	4.04	0.001190	0.90	99.10	75.43	0.23
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q50años	89.20	0.03	3.98	2.44	4.02	0.001499	1.00	97.48	75.29	0.26
Rio Santo	69	Sección 1k+340	Q50años	89.20	0.03	4.07	2.44	4.11	0.001214	0.94	104.44	75.90	0.24
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q2años	38.00	-0.02	3.29		3.34	0.003563	1.08	40.36	70.15	0.38
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q2años	38.00	-0.02	3.54		3.57	0.001525	0.73	61.12	83.53	0.24
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q5años	51.50	-0.02	3.48		3.54	0.003554	1.07	56.32	83.17	0.38
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q5años	51.50	-0.02	3.67		3.71	0.001707	0.85	72.25	84.35	0.26
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q10años	58.50	-0.02	3.57		3.63	0.003162	1.08	63.98	83.74	0.35
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q10años	58.50	-0.02	3.74		3.78	0.001745	0.89	78.09	84.78	0.27
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q20años	67.60	-0.02	3.69		3.74	0.002804	1.10	73.41	84.43	0.34
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q20años	67.60	-0.02	3.83		3.87	0.001782	0.94	85.67	85.33	0.27
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q25años	72.30	-0.02	3.74		3.80	0.002864	1.10	78.10	84.78	0.33
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q25años	72.30	-0.02	3.88		3.92	0.001783	0.97	89.55	85.61	0.27
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q30años	81.50	-0.02	3.85		3.90	0.002443	1.12	87.02	85.43	0.32
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q30años	81.50	-0.02	3.96		4.01	0.001757	1.01	97.00	86.15	0.28
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q50años	89.20	-0.02	3.93		3.99	0.002295	1.13	94.27	85.95	0.31
Rio Santo	68	Sección 1k+320	Q50años	89.20	-0.02	4.03		4.08	0.001746	1.04	103.12	86.59	0.28
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q2años	38.00	-0.13	3.27		3.30	0.002535	0.79	52.88	89.01	0.30
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q2años	38.00	-0.13	3.53		3.55	0.000832	0.56	76.26	90.63	0.18
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q5años	51.50	-0.13	3.47		3.50	0.001957	0.82	70.37	90.22	0.27
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q5años	51.50	-0.13	3.67		3.69	0.000974	0.66	88.21	91.44	0.20
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q10años	58.50	-0.13	3.56		3.59	0.001790	0.83	78.69	90.79	0.27
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q10años	58.50	-0.13	3.73		3.78	0.001015	0.70	94.50	91.87	0.20
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q20años	67.60	-0.13	3.67		3.71	0.001632	0.85	89.00	91.49	0.26
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q20años	67.60	-0.13	3.82		3.85	0.001046	0.74	102.58	92.42	0.21
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q25años	72.30	-0.13	3.73		3.77	0.001570	0.86	94.10	91.84	0.25
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q25años	72.30	-0.13	3.87		3.90	0.001056	0.76	106.87	92.70	0.21
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q30años	81.50	-0.13	3.84		3.87	0.001469	0.89	103.83	92.49	0.25
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q30años	81.50	-0.13	3.96		3.98	0.001070	0.80	114.93	93.24	0.22
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q50años	89.20	-0.13	3.92		3.98	0.001400	0.90	111.72	93.02	0.25
Rio Santo	67	Sección 1k+300	Q50años	89.20	-0.13	4.03		4.06	0.001076	0.83	121.55	93.68	0.22
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q2años	38.00	-0.18	3.22		3.25	0.003252	0.89	49.53	83.04	0.34
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q2años	38.00	-0.18	3.52		3.53	0.000903	0.59	74.67	84.15	0.19
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q5años	51.50	-0.18	3.42		3.48	0.002345	0.89	66.89	83.80	0.30
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q5años	51.50	-0.18	3.64		3.67	0.001085	0.70	85.41	84.61	0.21
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q10años	58.50	-0.18	3.52		3.56	0.002121	0.91	74.88	84.15	0.29
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q10años	58.50	-0.18	3.71		3.74	0.001141	0.75	91.10	84.86	0.22
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q20años	67.60	-0.18	3.64		3.67	0.001921	0.93	84.67	84.58	0.28
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q20años	67.60	-0.18	3.80		3.83	0.001188	0.80	98.54	85.18	0.22
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q25años	72.30	-0.18	3.69		3.73	0.001845	0.94	89.48	84.79	0.28
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q25años	72.30	-0.18	3.84		3.87	0.001204	0.82	102.35	85.35	0.23
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q30años	81.50	-0.18	3.80		3.84	0.001724	0.95	98.59	85.19	0.27
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q30años	81.50	-0.18	3.93		3.96	0.001228	0.87	109.68	85.66	0.23
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q50años	89.20	-0.18	3.89		3.93	0.001642	0.98	105.96	85.50	0.27
Rio Santo	66	Sección 1k+280	Q50años	89.20	-0.18	4.00		4.04	0.001241	0.90	115.71	85.92	0.24
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q2años	38.00	-0.17	3.18		3.23	0.001267	1.06	54.88	85.71	0.24
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q2años	38.00	-0.17	3.50		3.52	0.000534	0.76	82.76	86.42	0.16
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q5años	51.50	-0.17	3.38		3.44	0.001323	1.15	72.58	86.16	0.25
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q5años	51.50	-0.17	3.62		3.65	0.000735	0.92	93.28	86.69	0.19
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q10años	58.50	-0.17	3.48		3.53	0.001338	1.19	80.84	86.37	0.25
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q10años	58.50	-0.17	3.69		3.72	0.000819	0.99	98.91	86.89	0.20
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q20años	67.60	-0.17	3.60		3.65	0.001350	1.24	90.89	86.63	0.25
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q20años	67.60	-0.17	3.77		3.81	0.000909	1.07	106.30	87.02	0.21
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q25años	72.30	-0.17	3.65		3.71	0.001354	1.26	95.82	86.75	0.26
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q25años	72.30	-0.17	3.82		3.86	0.000948	1.10	110.10	87.11	0.22
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q30años	81.50	-0.17	3.76		3.82	0.001358	1.30	105.17	86.99	0.26
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q30años	81.50	-0.17	3.90		3.95	0.001015	1.16	117.44	87.30	0.23
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q50años	89.20	-0.17	3.85		3.91	0.001356	1.33	112.73	87.18	0.26
Rio Santo	65	Sección 1k+260	Q50años	89.20	-0.17	3.97		4.02	0.001062	1.21	123.49	87.45	0.23
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q2años	38.00	-0.17	3.16		3.20	0.000942	1.04	60.89	89.06	0.21
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q2años	38.00	-0.17	3.49		3.51	0.000416	0.75	90.80	89.73	0.14
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q5años	51.50	-0.17	3.36		3.41	0.001037	1.15	79.09	89.47	0.22
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q5años	51.50	-0.17	3.61		3.64	0.000588	0.92	101.41	89.97	0.17
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q10años	58.50	-0.17	3.46		3.51	0.001369	1.20	87.60	89.66	0.23
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q10años	58.50	-0.17	3.67		3.71	0.000663	0.99	107.11	90.09	0.18
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q20años	67.60	-0.17	3.57		3.63	0.001100	1.25	97.97	89.89	0.23
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q20años	67.60	-0.17	3.76		3.80	0.000747	1.07	114.63	90.26	0.20
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q25años	72.30	-0.17	3.63		3.68	0.001114	1.27	103.07	90.00	0.24
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q25años	72.30	-0.17	3.80		3.84	0.000785	1.11	118.51	90.34	0.20
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q30años	81.50	-0.17	3.74		3.79	0.001132	1.32	112.74	90.22	0.24
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q30años	81.50	-0.17	3.88		3.93	0.000850	1.18	126.01	90.51	0.21
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q50años	89.20	-0.17	3.82		3.88	0.001142	1.35	120.57	90.39	0.24
Rio Santo	64	Sección 1k+240	Q50años	89.20	-0.17	3.95		4.00	0.000897	1.22	132.20	90.65	0.22
Rio Santo	63	Sección 1k+220	Q2años	38.00	-0.16	3.14		3.18	0.000933	1.02	67.59	100.92	0.21
Rio Santo	63	Sección 1k+220	Q2años	38.00	-0.16	3.49		3.50	0.000374	0.70	102.51	101.66	0.13
Rio Santo	63	Sección 1k+220	Q5años	51.50	-0.16	3.35		3.39	0.000978	1.10	88.27	101.36	0.22
Rio Santo	63	Sección 1k+220	Q5años	51.50	-0.16	3.60		3.63	0.000524	0.85	114.34	101.92	0.18