



ANEJO 6: DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO



ANEJO 6: DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CONFIGURACIÓN DE LA RED.....	3
2.1. TIPOLOGÍA DE LA RED.....	3
2.2. TRAZADO.....	3
2.3. MATERIALES.....	4
2.4. PENDIENTES.....	4
2.5. VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN.....	4
2.6. PORCENTAJE DE LLENADO MÁXIMO DEL CONDUCTO.....	4
2.7. UNIONES.....	4
3. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA SECCIÓN.....	5
3.1. CÁLCULO HIDROLÓGICO.....	5
3.2. COMPROBACIÓN DE VELOCIDADES.....	9
3.3. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES.....	9
4. POZOS DE REGISTRO E IMBORNALES.....	19

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo tiene por objeto la determinación de los diámetros de los colectores de la red de pluviales en función del caudal a transportar en la población de Vilamarín (Ourense).

La red será del tipo unitario, ya que únicamente transportará agua de lluvia, yendo las aguas residuales por la antigua red unitaria de la población. Los cálculos hidráulicos, las comprobaciones de funcionamiento y diseño se realizarán en función de la normativa aplicable, que al ser una red de una población hemos empleado el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones del 15 de Septiembre de 1986.

El diseño será la más recto posible, yendo por las principales vías y manteniendo en la medida de lo posible la misma pendiente, evitando siempre que sea posible el empleo de bombeos.

En los siguientes apartados se define el cálculo de los diámetros, explicación y elección del material de los colectores, margen de velocidades, tipo de y localización de pozos de registro y sumideros.

2. CONFIGURACIÓN DE LA RED

Como hemos mencionado con anterioridad, nuestra red será de tipo unitaria, transportando únicamente agua de lluvia, circulando por una red de colectores subterránea a través de la población para verter finalmente al río Barbantiño.

2.1. TIPOLOGÍA DE LA RED

En la red dispuesta el agua circula en lámina libre gracias a la gravedad, lo hemos elegido de este modo, debido a que la población se encuentra a una cota más alta que la zona de vertido. Este tipo de redes son más ventajosas debido a que tienen un mantenimiento y un coste de ejecución menor en el caso del que disponemos, ya que evitamos colocar bombas u otros elementos eléctricos lo que nos abarata la instalación y posibles reparaciones.

2.2. TRAZADO

El trazado se ha realizado de tal manera que se eviten bombeos y que los colectores entren en carga, para ello se ha aprovechado la orografía de la población comenzando la red en los puntos más altos y llevando la red hacia las zonas de una menor cota.

Debido a que es un pueblo pequeño, las calles son estrechas, entre los 9m (las más grandes) y los 2.5m las más estrechas; por ello únicamente se dispondrá de un único colector por calle en una posición central de la misma.

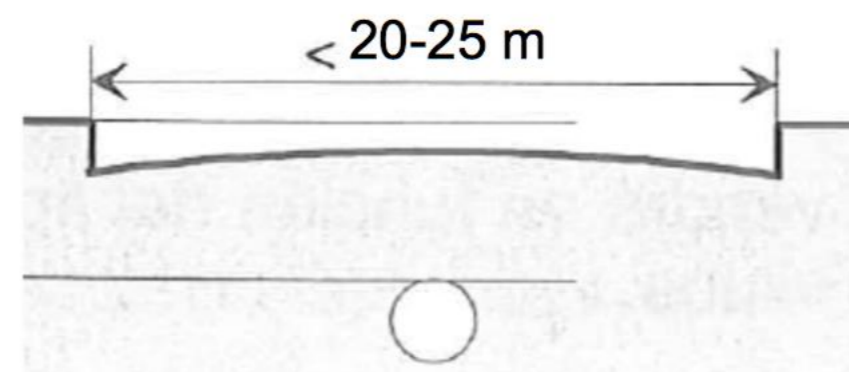


Ilustración 1: Esquema de situación del colector.

De esta manera situaremos colectores de menor diámetro en las zonas de mayor cota y yendo a colectores de un mayor diámetro a medida que la red se va uniendo en los puntos de una cota menor. La distancia mínima que habrá entre la clave del colector y la superficie del pavimento será de 1 m y siempre a una cota inferior a la de la red de agua potable, electricidad y telecomunicaciones. Esto se realiza así debido a que: en caso de que las acometidas de las parcelas y viviendas puedan desaguar por gravedad en la medida de lo posible y en caso de producirse alguna fuga o filtración las aguas que discurran por la pared de saneamiento no contaminen a las de abastecimiento.

2.3. MATERIALES

Los tubos a emplear para ejecutar la red de saneamiento son de PVC compacto dentro de la gama de diámetros normalizados y con una junta elástica. Los motivos por los cuales hemos hecho la elección de este material son:

- Es un material ligero lo que nos facilita la el almacenamiento, el transporte y la puesta en obra.
- Poseen una baja rugosidad lo que nos permite que se alcancen mayores velocidades del fluido transportado y así las partículas sólidas en suspensión son arrastradas con una mayor facilidad.
- Es un material muy impermeable y flexible al mismo tiempo que resistente a terrenos agresivos y agentes químicos. Por otra parte evitamos problemas típicos de los materiales metálicos como la corrosión y la oxidación.
- Es resistente a cargas externas debido a su elevada Rigidez Circunferencial Específica (RCE).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de saneamiento nos exige una rigidez anular mínima de 3.9 KN/m^2 por tanto, como mínimo es necesario seleccionar tubos de PVC-U con una rigidez nominal SN 4.

2.4. PENDIENTES

Se dispondrán aquellas pendientes que nos permitan dar una velocidad mínima para permitir la condición de autolimpieza de nuestro colector y una velocidad máxima para evitar que haya erosión en el interior del mismo.

Por ello la pendiente mínima tiene que ser superior al 2 ‰ y siempre inferior a la máxima que es de entre el 3 y 4 ‰.

2.5. VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN

En las redes de saneamiento separativas en el caso de las aguas pluviales las velocidades son:

- Una velocidad mínima de 0,9 m/s cuando tengamos el caudal asociado del chubasco con un periodo de retorno de 2 años.
- Una velocidad máxima de 4 m/s que está asociado al caudal producido por un chubasco con un periodo de retorno de 25 años.

La elección de ambos ha sido determinada respondiendo a criterios de velocidad mínima para asegurar la autolimpieza de los tramos (esto es, para que pueda arrastrar la materia que sedimenta en el fondo de los colectores constituida generalmente por arenas y por materias putrescibles); y de velocidad máxima para evitar la degradación de las juntas y las soleras de las conducciones por el golpeo de las partículas en suspensión.

2.6. PORCETAJE DE LLENADO MÁXIMO DEL CONDUCTO

Es recomendable que al menos entre un 15-20 % de la altura total interior del conducto quede libre para permitir la circulación del aire, asegurando de esta manera el correcto funcionamiento del colector en lámina libre, por lo cual se recomienda en caso de colectores circulares un resguardo mínimo de 0.1 m por debajo del calado que nos da la máxima capacidad de desagüe.

2.7. JUNTAS

Para evitar que se nos produzcan remansos en colectores secundarios, en las uniones entre ellos hemos procurado que la descarga entre colectores contiguos se realice desde una cota superior a una inferior, no realizándolo nunca a la misma altura, para conseguir con ello un mejor funcionamiento hidráulico.

Las juntas entre los colectores de PVC serán siempre de enchufe y campana con anillo de elastómero que nos garanticen una fácil instalación y una óptima estanqueidad.

3. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA SECCIÓN

Para realizar el diseño, primeramente necesitamos conocer el caudal que transportará cada tramo de colector, dimensionaremos el mismo para el caudal dado y realizaremos las comprobaciones de que el agua viaja en el margen de velocidades establecido así como nos mantiene el colector el resguardo de 0.1 m de margen para evitar que entre en carga.

El caudal para el que hemos diseñado la red ha sido el correspondiente para una precipitación con un periodo de retorno de 25 años. El cálculo de esta tormenta está desarrollado en el Anejo 4: Hidrología.

Para la realización del dimensionamiento hemos empleado el software SWMM, que nos facilita simulaciones de las situaciones que le propongamos, dándonos de este modo una forma sencilla de comprobar las situaciones de funcionamiento de la instalación así como comprobar las distintas hipótesis de cálculo. Este software se nos ha facilitado en la Escuela de I.C.C.P. de Valencia, aunque esta ha sido desarrollada por el U.S. Environmental Protection Agency (EPA) y apoyada por el respaldo de la Universidad de Oregón.

3.1. CÁLCULO HIDROLÓGICO

Inicialmente necesitaremos el “módulo de runoff”, este tiene la función de simular la transformación de lluvia-escorrentía de una cuenca cualquiera, posteriormente tendremos que asignar el hidrograma calculado a nuestra red. Para realizarlo dividiremos la cuenca en un número determinado de subcuencas, las cuales generarán una escorrentía que se introduciendo en nuestra red como un nudo.

El “módulo de runoff” lo usaremos para calcular la escorrentía que nos produce la lluvia de diseño en cada una de las subcuencas calculadas. La salida de resultados, conformada en forma de hidrogramas puede ser usada en ciertos puntos por el “módulo extran”. Debido a esto, deberemos cerciorarnos de que los datos están bien calculados y seleccionados, ya que nos condicionará todo el diseño.

Los cálculos realizados de la escorrentía, se basan en un modelo modificado de depósitos con la onda cinemática. Este modelo nos divide la subcuenca en una zona permeable, la cual no tiene retención superficial. otra permeable sin retención y una tercera zona que es permeable y que tiene retención; en función de los porcentajes y de retención introducidos. La escorrentía que se genera es mediante una aproximación del modo de funcionamiento de cada una de estas zonas a un depósito que no es lineal, el cual se muestra en la Ilustración 2.

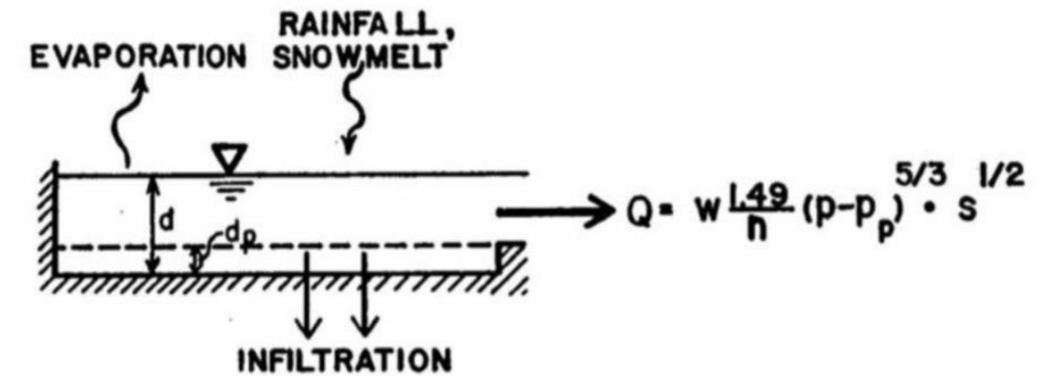


Ilustración 2: modelo de depósitos.

El caudal que se nos produce en la salida corresponde a la ecuación siguiente:

$$Q = \frac{W}{n} (p - p_p)^{5/3} \cdot S^{1/2}$$

Donde:

- Q: es el caudal de salida de nuestra subcuenca en m³/s.
- W: es el ancho de la subcuenca en m.
- n: es el coeficiente de rugosidad de Manning.
- P: es la profundidad del agua en m.
- P_p: es la profundidad de retención superficial en m.
- S: es la pendiente.

La continuidad para cada una de las subcuencas viene expresada mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{dV}{dt} = A \frac{dp}{dt} = A \cdot t - Q$$

Donde:

- V: es el volumen de agua que se encuentra en cada subcuenca en m³.
- P: es el calado medido en m.
- T: es el tiempo medido en s.
- A: es la superficie de la subcuenca medido en m².
- Q: es el caudal de salida de la subcuenca expresado en m³/s.

A partir de las dos ecuaciones anteriores, podemos obtener la siguiente ecuación, que nos da el calado de forma diferencial lineal:

$$\frac{dp}{dt} = t - \frac{W}{A \cdot n} (p - p_p)^{\frac{5}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Esta ecuación la resolveremos mediante un esquema en diferencias finitas de Newton – Raphon para cada uno de los incrementos de tiempo. Debido a esto se deben evitar incluir subcuencas de escasa superficie y unos incremento de tiempo elevados, previniendo así problemas de convergencia del esquema.

Mencionar que los parámetros que hemos introducido en el modelo pueden servirnos para el ajuste de la respuesta del mismo. Por ejemplo, W hace correspondencia al ancho del depósito que representa un subcuenca determinada y que se debe estimar a partir de su forma geométrica real. Si asumimos una cuenca de forma rectangular y una misma superficie, un mayor ancho nos producirá unos hidrogramas de salida de nuestra subcuenca de una duración menor y un caudal punta mayor, sin embargo un ancho menor retrasará la punta del hidrograma, produciendo el efecto de laminación. Mientras al conocer realmente los valores y no solo los estimados, conviene usar otras variables para el ajuste, como el coeficiente de Manning de rugosidad, el cual si tenemos valores elevados nos ocasiona caudales punta menores pero unos calados mayores.

Los datos de entrada que se requieren para el “módulo de runoff” son:

- Datos de meteorología: Se describirá el evento de lluvia mediante datos de intensidades de lluvia en unos intervalos de tiempo fijados y una duración total, los hietogramas.
- Características de las subcuencas: Introduciremos la siguiente información:
 - Realizaremos la asignación de los hietogramas a cada subcuenca.
 - Identificaremos mediante un número cada una de las subcuencas.
 - Identificamos el punto de drenaje de cada subcuenca, el nudo de entrada a la red. Estos pueden ser a su vez compartidos por varias subcuencas.
 - El ancho de la subcuenca medido sobre los planos
 - El área de la subcuenca que la mediremos sobre los planos.
 - La pendiente de la subcuenca media: 5%.

- El coeficiente de Manning de las zonas permeables (0,15) e impermeables (0,011) de acuerdo a las tablas del Manual de usuario de SWMM.
- El volumen de almacenamiento o de retención en las zonas permeables e impermeables según las tablas del Manual de usuario de SWMM.
- Los parámetros de infiltración que se muestran en la siguiente ecuación de Horton:

$$f_p = f_{\infty} + (f_0 - f_{\infty}) \cdot e^{-\alpha t}$$

Siendo:

f_p : La capacidad de infiltración.

f_0 : La capacidad de infiltración inicial.

f_{∞} : La capacidad de infiltración del suelo saturado.

α : El coeficiente de reducción de la infiltración.

t : El tiempo desde el inicio de la lluvia.

- Características de los canales de drenaje: Estos son los canales a través de los cuales cada subcuenca puede guiar su escorrentía en vez de enviarlas a un imbornal. Estas suelen corresponder a las de las propias calles, quedando delimitados por los bordillos. En nuestro caso la cuenca drena directamente al punto de entrada de la red.
- Otros parámetros: Podemos ajustar el intervalo de tiempo de nuestra discretización numérica, la duración total del proceso de simulación, las unidades en las que estamos trabajando,...

MÓDULO EXTRAN

Extran es el Extended Transport Module, que utiliza como entrada los datos que obtenemos de salida del “módulo de Runoff”. Los datos hacen referencia a la evolución a lo largo del tiempo de la entrada del agua de escorrentía en nuestra red, a través de los nodos de entrada y que nos permiten modelar el flujo por el alcantarillado mediante los conductos, nodos y los depósitos, a través de las ecuaciones completas de Saint – Venant.

Extran es una forma mejorada del módulo de Transport del mismo programa y que nos resolvía el problema de la propagación mediante el método de onda cinemática.

Mediante este último método, quedaba representada una deficiencia importante y produciendo una merma en los resultados, ya que no tiene la capacidad de simular los efectos hacia aguas arriba. La falta de capacidad de algunos conductos, así como la disposición de depósitos de retención, entre otros, nos producen circunstancias que repercuten en el funcionamiento del sistema de saneamiento propagándose hacia aguas arriba, por lo que resolver las ecuaciones completas de Saint - Venant se considera de necesidad para realizar un modelado correcto de la red completa. Extran, reproduce un flujo gradualmente variado, permitiendo la modelización con las condiciones de contorno óptimas.

A continuación presentamos las ecuaciones de Saint - Venant:

- Ecuación de continuidad en el caso de secciones prismáticas:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

Donde:

- A: Es el área de la sección.
- Q: Es el caudal.
- x: Es la distancia a lo largo del conducto.
- t: Es el tiempo.

- Ecuación de conservación de la cantidad de movimiento:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + g \cdot A \frac{\partial H}{\partial x} + g \cdot A \cdot S_f = 0$$

Siendo:

- g: La fuerza de la gravedad.
- H: Es la cota piezométrica.
- Z: Es la cota de la solera.
- h: Es el calado.
- S_f: Es la pendiente de fricción, según la ecuación de Manning.

Para la resolución del sistema de ecuaciones diferenciales Extran emplea una discretización de la red en nodos y conductos, con otros elementos como depósitos, orificios par representar el prototipo físico de manera matemática. De este modo, se usa la ecuación de conservación de la cantidad de movimiento en

Autor: David Nóvoa González

conductos y la ecuación de cantidad de movimiento con una modificación en los nodos. De esta manera los conductos transmiten el flujo de un nodo a otro, suponiendo constante el incremento de tiempo, funcionando como elementos de almacenamiento del sistema como queda reflejado en la siguiente ilustración.

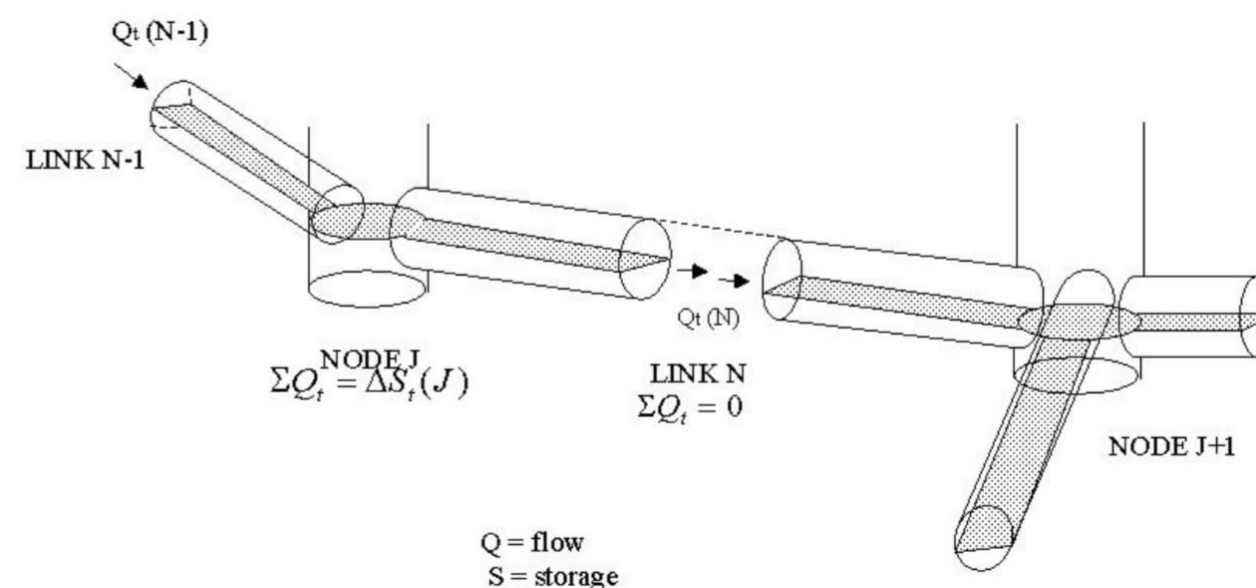


Ilustración 3: Disposición de los nodos y los conductos.

Extran combina combinando las ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento y la de continuidad nos da como resultado la siguiente ecuación que se emplea para resolver todos los conductos en un intervalo de tiempo dado.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} - 2V \frac{\partial}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + g \cdot A \frac{\partial H}{\partial x} + g \cdot A \cdot S_f = 0$$

En donde:

- V: Es la velocidad media.

Por otra parte, se aplica la ecuación de continuidad en los nodos para cada uno de los intervalos de tiempo:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \sum \frac{Q}{A_s}$$

En donde:

- A_s: Es el área del nodo.

Resolviendo las ecuaciones de Saint – Venant se produce la continuidad entre los nodos y la conservación en los conductos, reduciendo de este modo el número de incógnitas al mismo tiempo que agilizamos los tiempos del programa. Las dos últimas ecuaciones se resolverán de forma secuencial determinando el flujo en cada conducto así como el calado de cada nodo para un intervalo de tiempo dado a través del método de Euler modificado en un esquema de diferencias finitas explícito. Este esquema implicará operaciones matemáticas de mayor simplicidad y un espacio de almacenamiento pequeño si lo comparamos con los métodos implícitos. A pesar de esto, generalmente son menos estables numéricamente y requieren unos incrementos de tiempo pequeños.

Las condiciones que deben de cumplir para que el esquema que estable numéricamente son las siguientes:

- Condición de Courant: El incremento de tiempo estará limitado al tiempo que sea necesario por una dinámica para propagarse en la longitud del conducto:

$$\Delta t \leq \frac{L}{\sqrt{(g \cdot D)}}$$

En donde:

- Δt : Es el incremento de tiempo en s.
- L : Es la longitud del conducto en m.
- D : Es el calado máximo del conducto expresado en m.
- g : Es la gravedad expresada en m/s².

- Condición sobre los nodos:

$$\Delta t \leq 0,1 \cdot A_s \frac{\Delta H_{max}}{\sum Q}$$

En donde:

- ΔH_{max} : Es la elevación máxima del agua en Δt .
- $\sum Q$: Es el flujo neto de entrada al nodo.

Al cumplirse las dos ecuaciones anteriores, estaremos en el caso más restrictivo en los conductos más cortos y con unas mayores entradas de caudal. Por lo general son comunes los incrementos de tiempo de

escasos segundos (entre 10 y 30) para el uso de SWMM. El programa como mínimo acepta un incremento de tiempo de 1 s.

Otra de las situaciones en la que SWMM también puede ocasionar problemas es al resolver ecuaciones al darle un caudal circulante nulo o cercano. Esto ocurre al inicio de nuestra precipitación que estemos simulando, por lo que se recomienda usar unos caudales base para que no den el suceso de conductos sin caudal. También puede suceder el problema si al simular el módulo Extran se alarga mucho en el tiempo y nuestra escorrentía que hayamos generado en superficie ya ha sido conducida en su totalidad por nuestra red de saneamiento, volviendo a ocasionar conductos sin agua.

De forma similar a como los depósitos se pueden representar a modo de nodos de unas dimensiones de igual magnitud que las de los depósitos, los orificios se introducen modelizados como automáticamente a través de SWMM como conductos equivalentes a través de la siguiente ecuación:

$$Q_0 = C_0 \cdot A \sqrt{(2 \cdot g \cdot h)}$$

En donde:

- C_0 : Es el coeficiente de descarga.
- A : Es el área del orificio.
- g : Es la fuerza de la gravedad.
- h : Es la altura hidráulica en el orificio.

La conversión de orificio a conducto se produce igualando la ecuación previa con la de Mannin, de tal manera que obtenemos:

$$n \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} = C_0 \cdot A \sqrt{(2 \cdot g \cdot h)}$$

Para finalizar, para resolver las ecuaciones de Saint – Venant necesitamos la condición de contorno aguas abajo. La restricción que nos presenta SWMM en este aspecto es que nos obliga a que dispongamos de un solo conducto, el cual procederá de un nodo donde solo haya otro conducto de llegada, en la salida del sistema impondremos ahí la condición de contorno. Esta situación puede ocasionar problemas cuando en la salida de la cuenca hay varios elementos que producen una regulación hidráulica o más de una conexión o salida de la red principal.

Los datos de entrada requeridos por el módulo Extran son:

- Datos originado por el módulo de Runoff.

- Duración de los incrementos de tiempo
 - El incremento de tiempo para nuestro cálculo de las ecuaciones.
 - La duración total de la simulación: A pesar de que SWMM no tiene limitaciones en los pasos de cálculo, tendremos que comprobar la aparición de errores para simulaciones de una duración extensa una vez el suceso de lluvia haya concluido.
- Características de los colectores y alcantarillas:
 - Número identificador de cada colector.
 - Número identificador de los pozos que unen a nuestro conducto.
 - El flujo inicial circulante por el conducto.
 - La tipología y dimensiones del conducto.
 - La longitud del conducto.
 - La elevación de los extremos de conducto sobre la solera, si esta es distinta de 0.
 - El coeficiente de rugosidad de Manning de nuestro conducto, según el material que elegimos.
- Características de los pozos: Los pozos serán los nodos de nuestra red de drenaje y las uniones de los conductos. Estos corresponden a los pozos de registro y los lugares por los que el agua recogida en los imbornales en superficie entra a la red. De este modo los pozos e imbornales son puntos de conexión con la superficie. Podrán existir pozos sin entrada de escurrimiento y que tengan solo función de conexión o unión de conductos con la red, mientras que los imbornales sí tendrán un imbornal o pozo asociado. La información que nos pide el programa es:
 - El número de identificación de cada pozo.
 - La cota de la solera del pozo.
 - La cota de la calle en ese punto y que condiciona la salida del agua en el sistema.
 - El caudal adicional vertido y el calado inicial, este es independiente de la lluvia simulada.
- Condiciones de contorno de aguas abajo.

I. Coeficiente de rugosidad

Debido a que vamos a emplear P.V.C. como material para nuestros colectores, el coeficiente de rugosidad de Manning asociado a este material es de $n = 0,010$.

II. Diámetro de la tubería

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por las simulaciones con SWMM, se han determinado los diámetros de las conducciones necesarios para evacuar el caudal de diseño.

III. Diámetros mínimos

Con el fin de evitar obturaciones y facilitar las labores de limpieza se han determinado unos diámetros mínimos a emplear. Estos serán de 315 mm.

3.2. COMPROBACIÓN DE VELOCIDADES

Para evitar que se dañe por fricción en las conducciones está limitada la velocidad máxima del flujo en ellas. Para evitar la sedimentación de sólidos que arrastren las aguas pluviales o que estén en suspensión de las mismas y las posibles obstrucciones que esto nos podría generar se limita la velocidad mínima del agua. En caso de que en la simulación estas no se cumplieren tanto las velocidades mínimas como las máximas, tendríamos que adoptar las siguientes soluciones, dependiendo del tipo:

- Modificando la pendiente si disponemos de la cota suficiente.
- Variando el diámetro de la conducción.
- Sustituir el material de nuestra conducción por uno que tenga una rugosidad mayor o menor.

El rango de velocidades máximas y mínimas tiene que estar entre 4 m/s y 0,9 m/s respectivamente.

3.3. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

Tras los cálculos realizados hemos obtenido los siguientes diámetros en nuestra red: 315 mm, 400 mm, 500mm, 630 mm, 1.000 mm y 1.200 mm.

A continuación mostramos las capturas de los cálculos realizados con SWMM con los resultados con respecto a los diámetros dispuestos, velocidades de circulación y pendientes.



- Pendientes de la red:

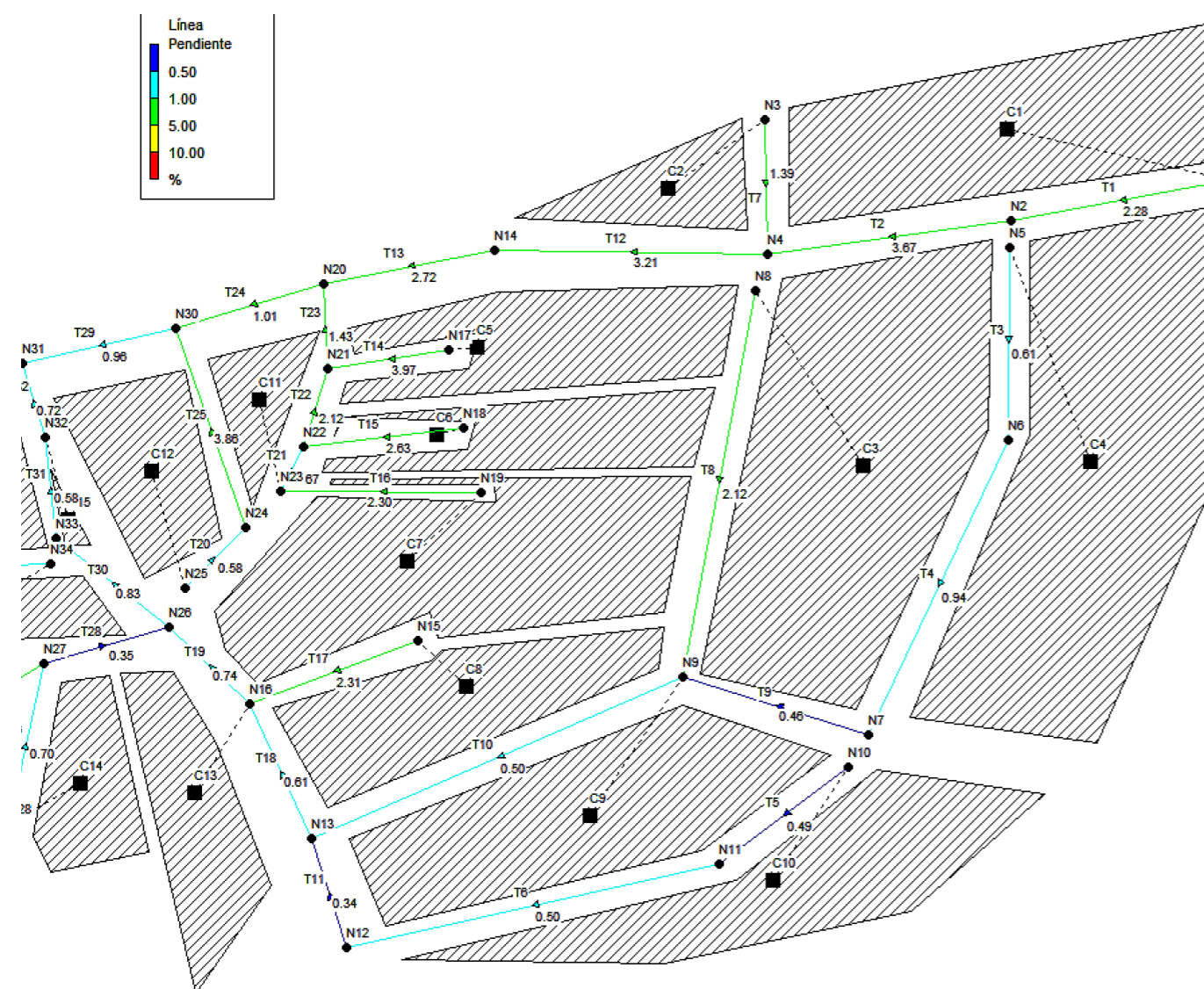


Ilustración 4: Pendientes de la red (1 de 4).

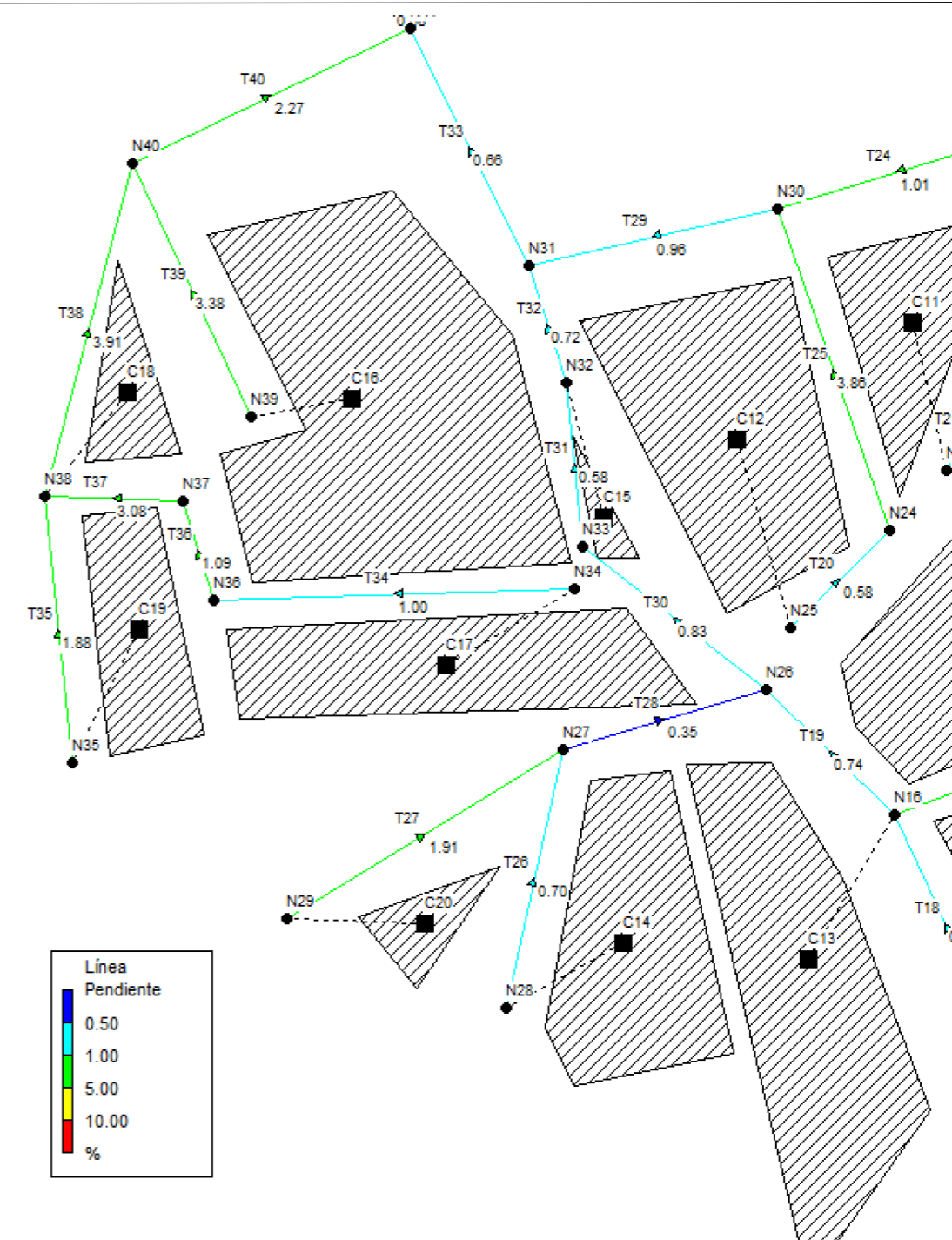
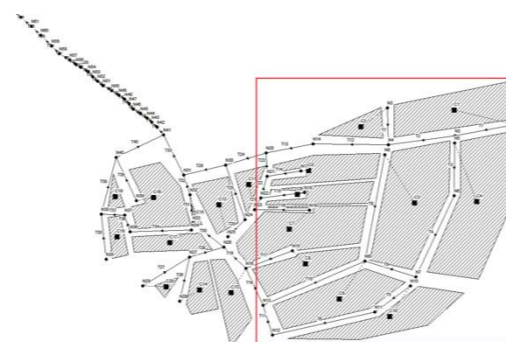
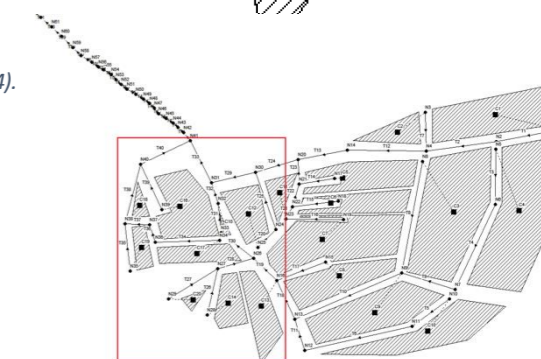


Ilustración 5: Pendientes de la red (2 de 4).



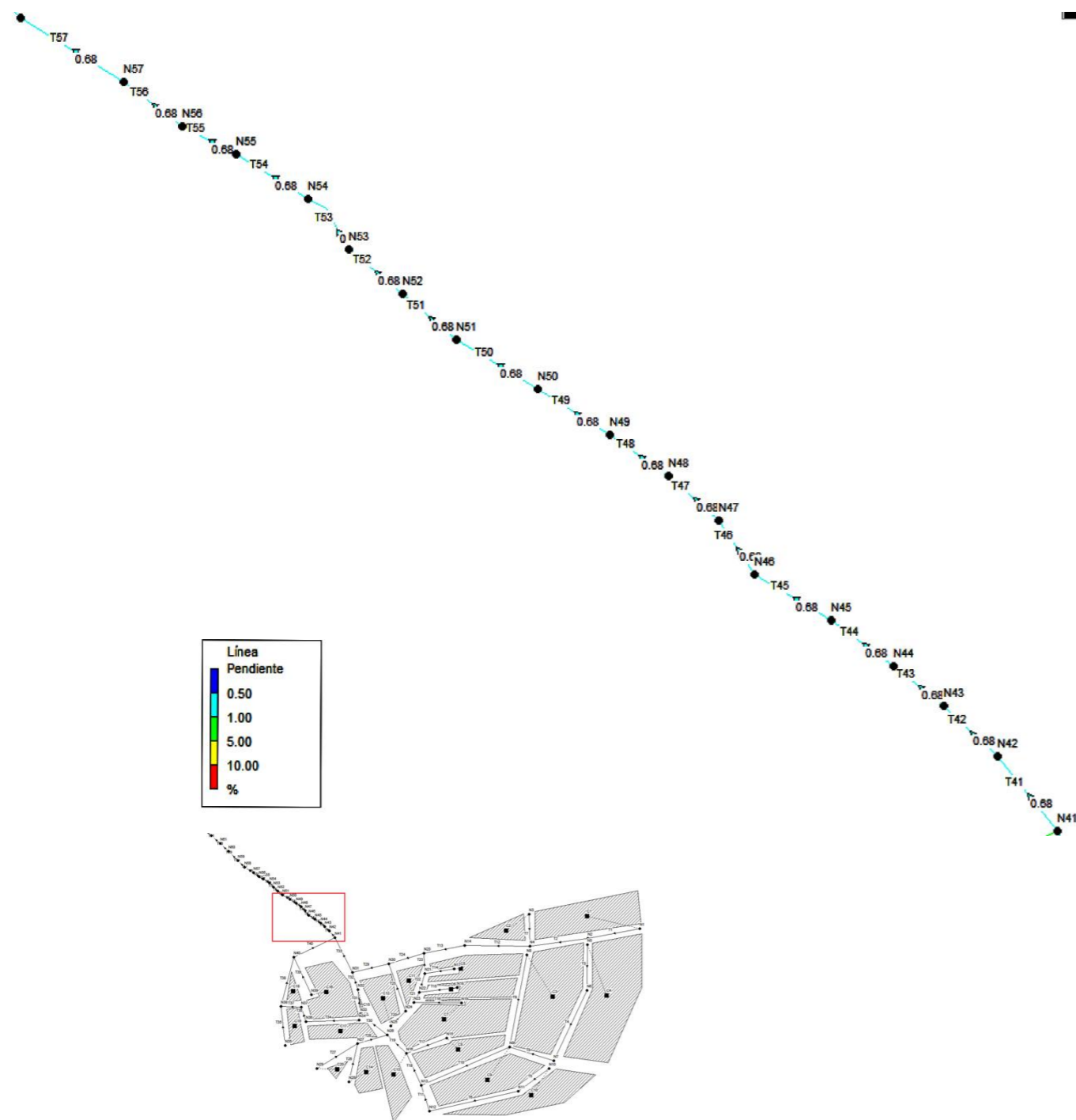


Ilustración 6: Pendientes de la red (3 de 4).

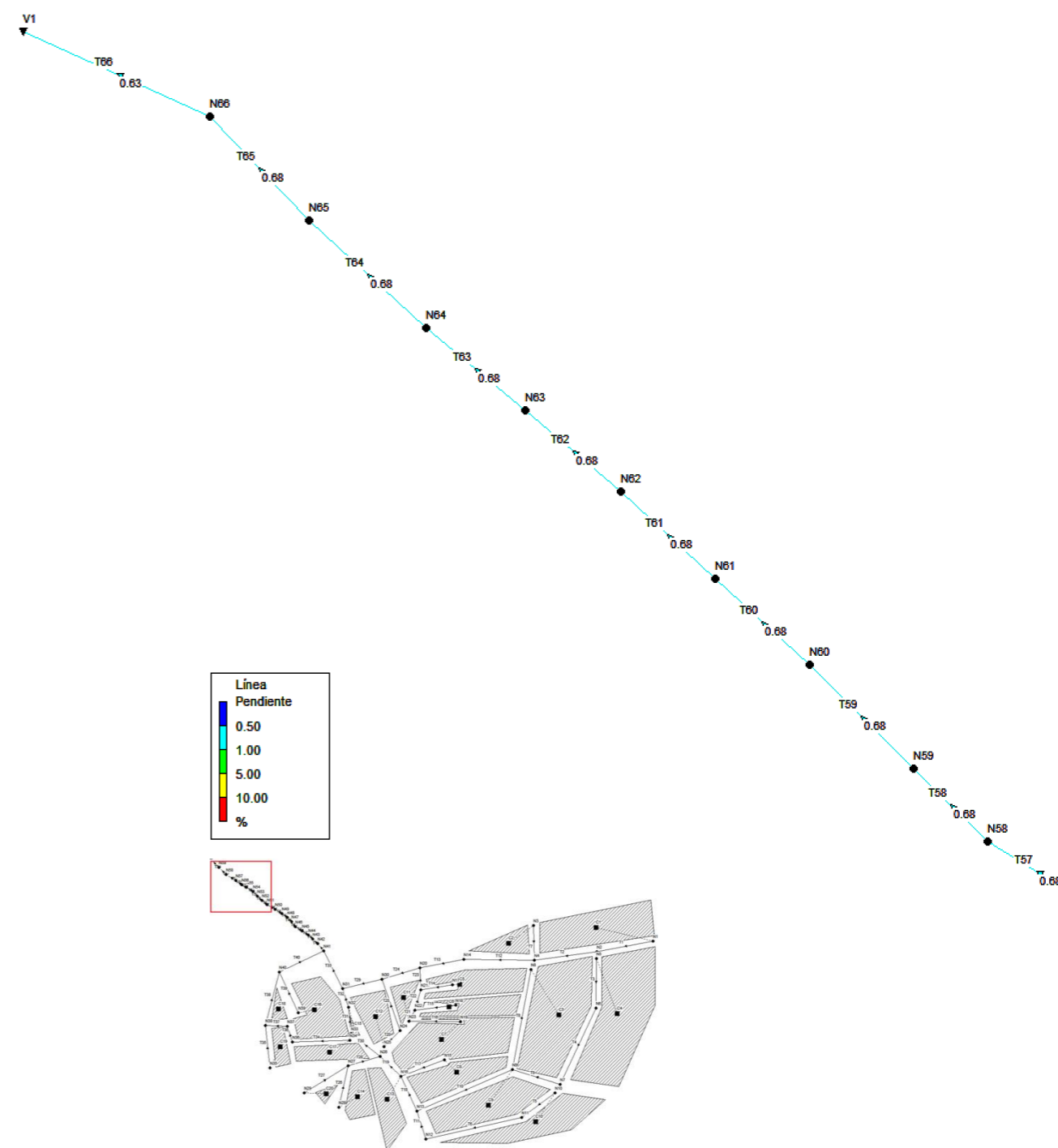


Ilustración 7: Pendientes de la red (4 de 4).

- Velocidades máximas:

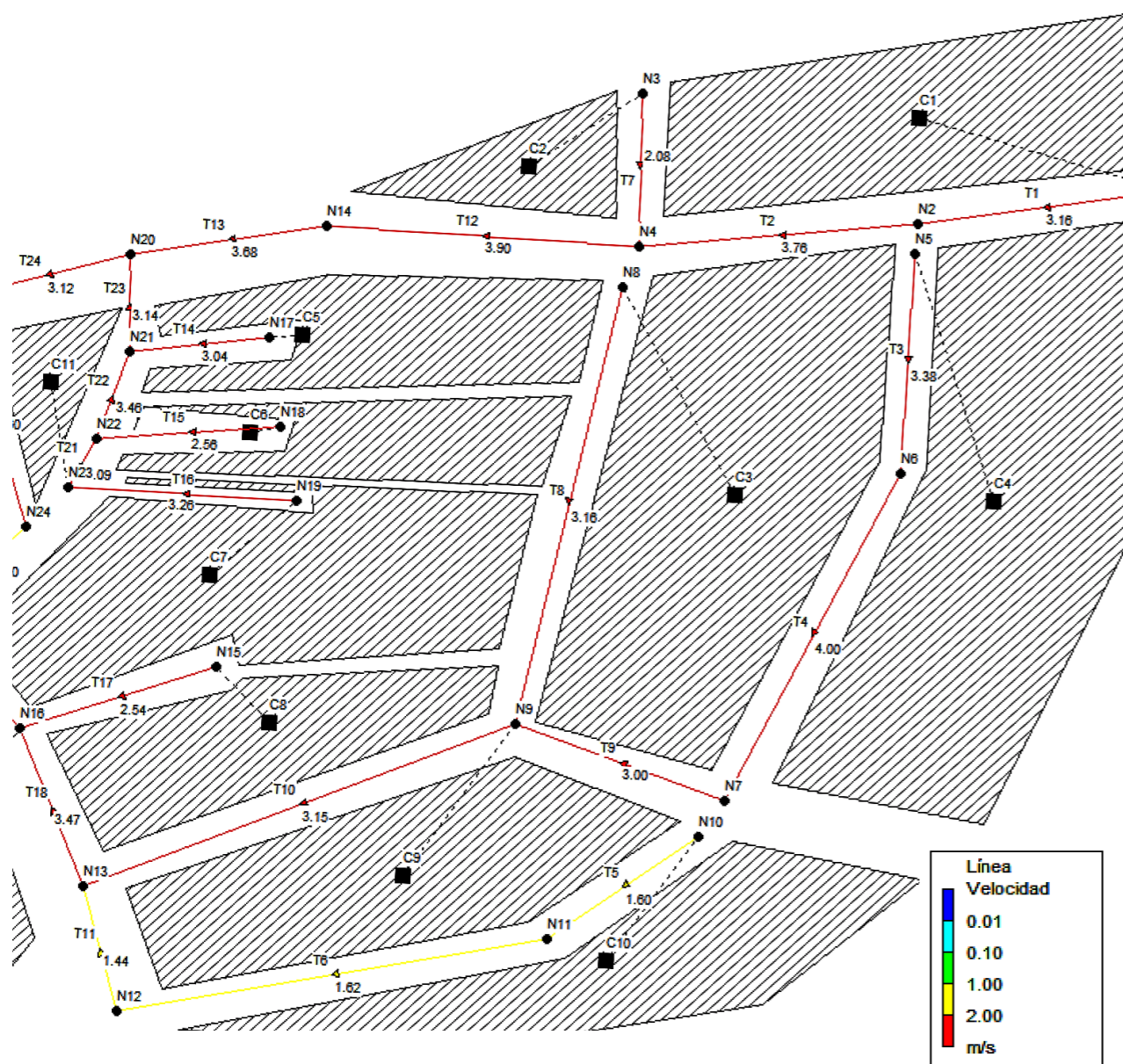


Ilustración 8: Velocidades máximas de la red (1 de 4).

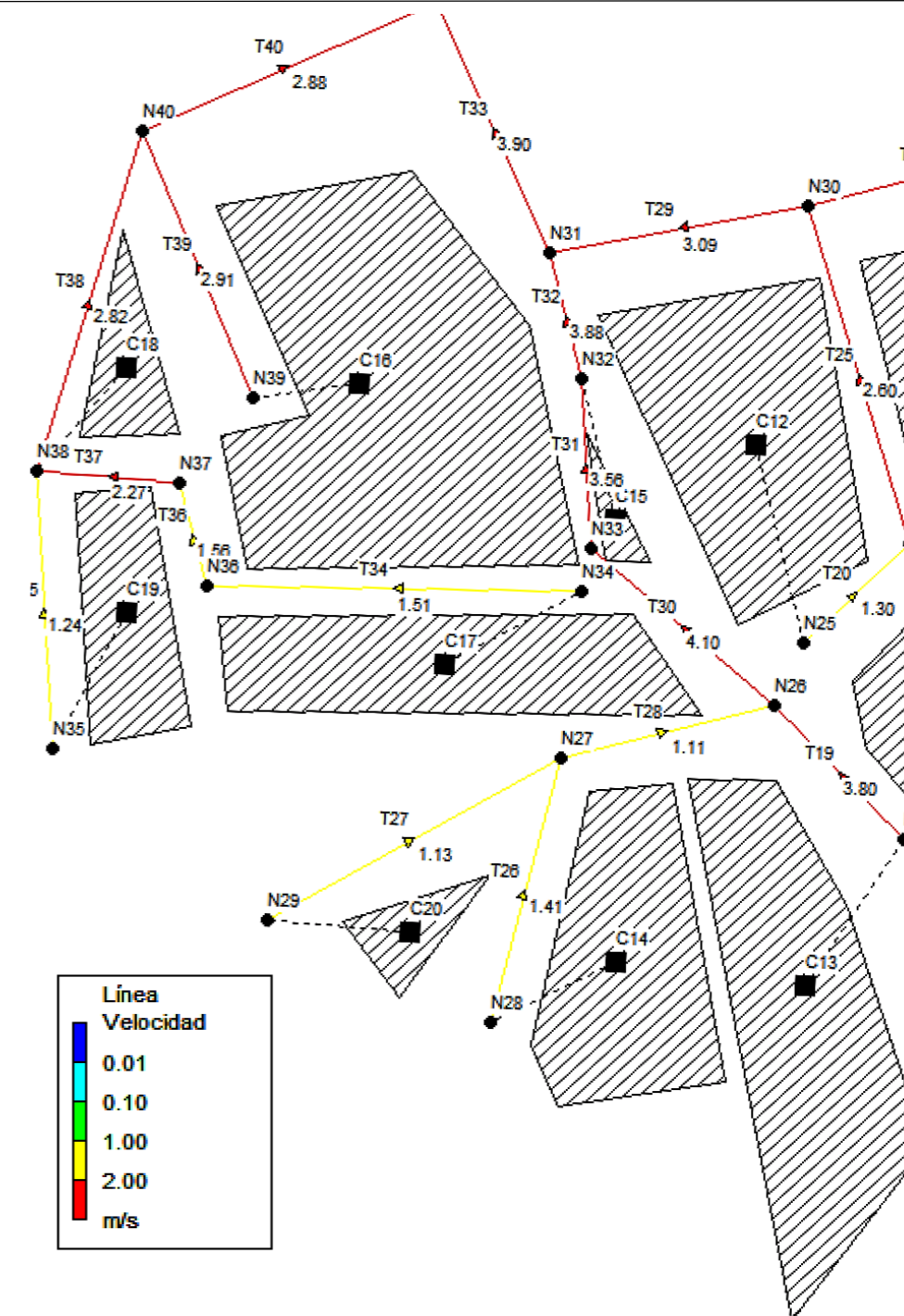
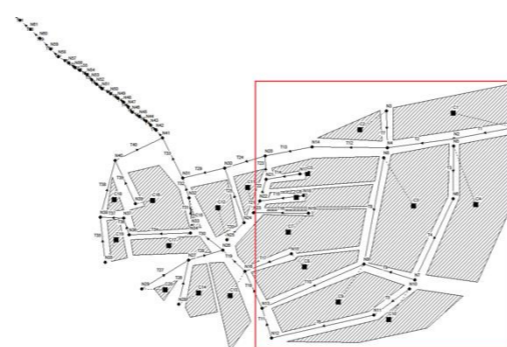
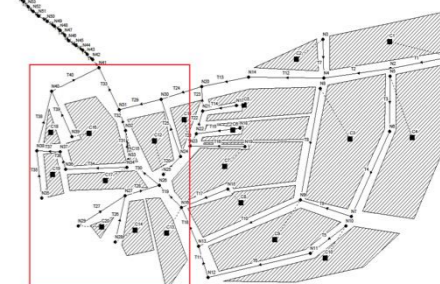


Ilustración 9: Velocidades máximas de la red (2 de 4).



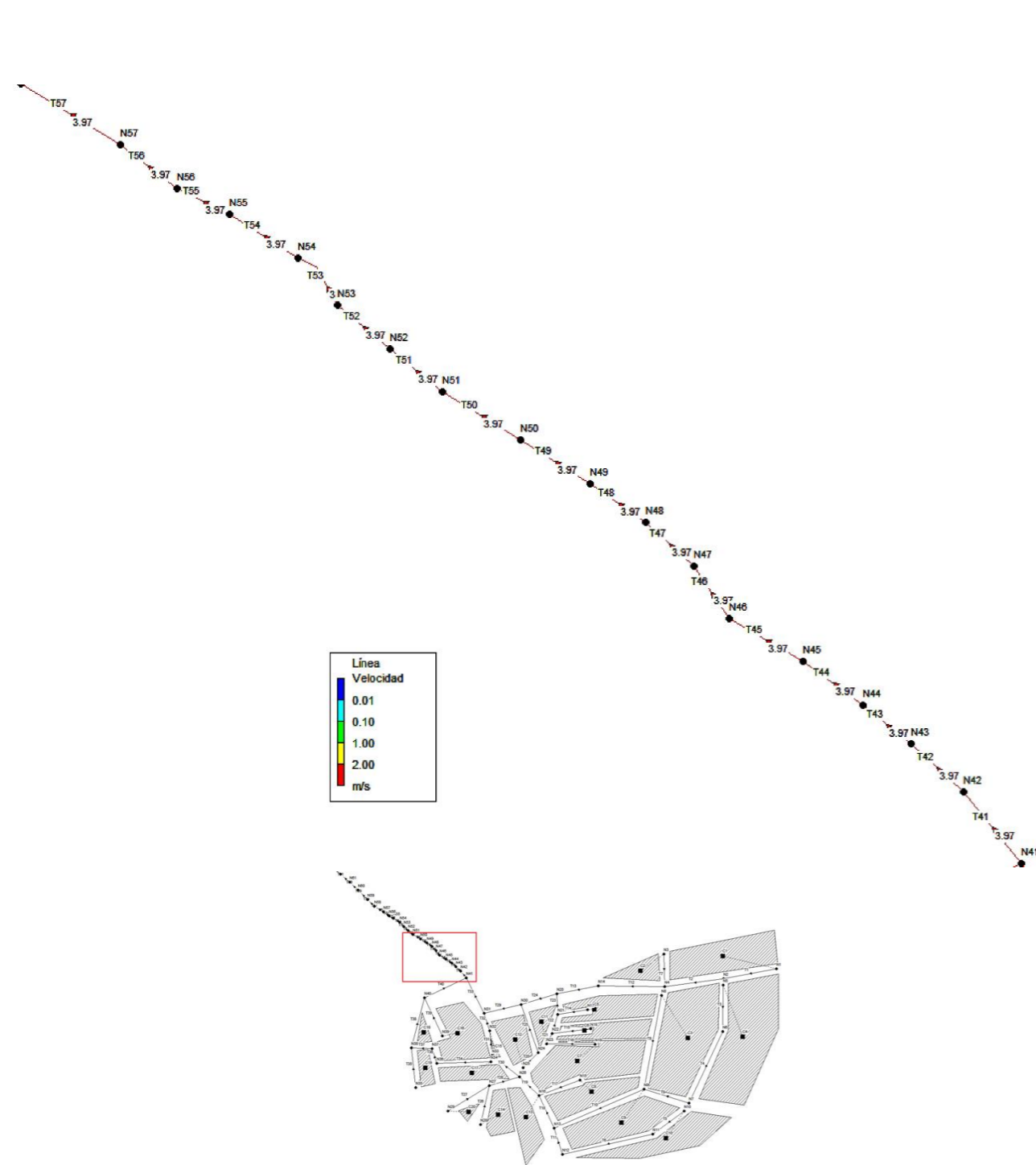


Ilustración 10: Velocidades máximas de la red (3 de 4).

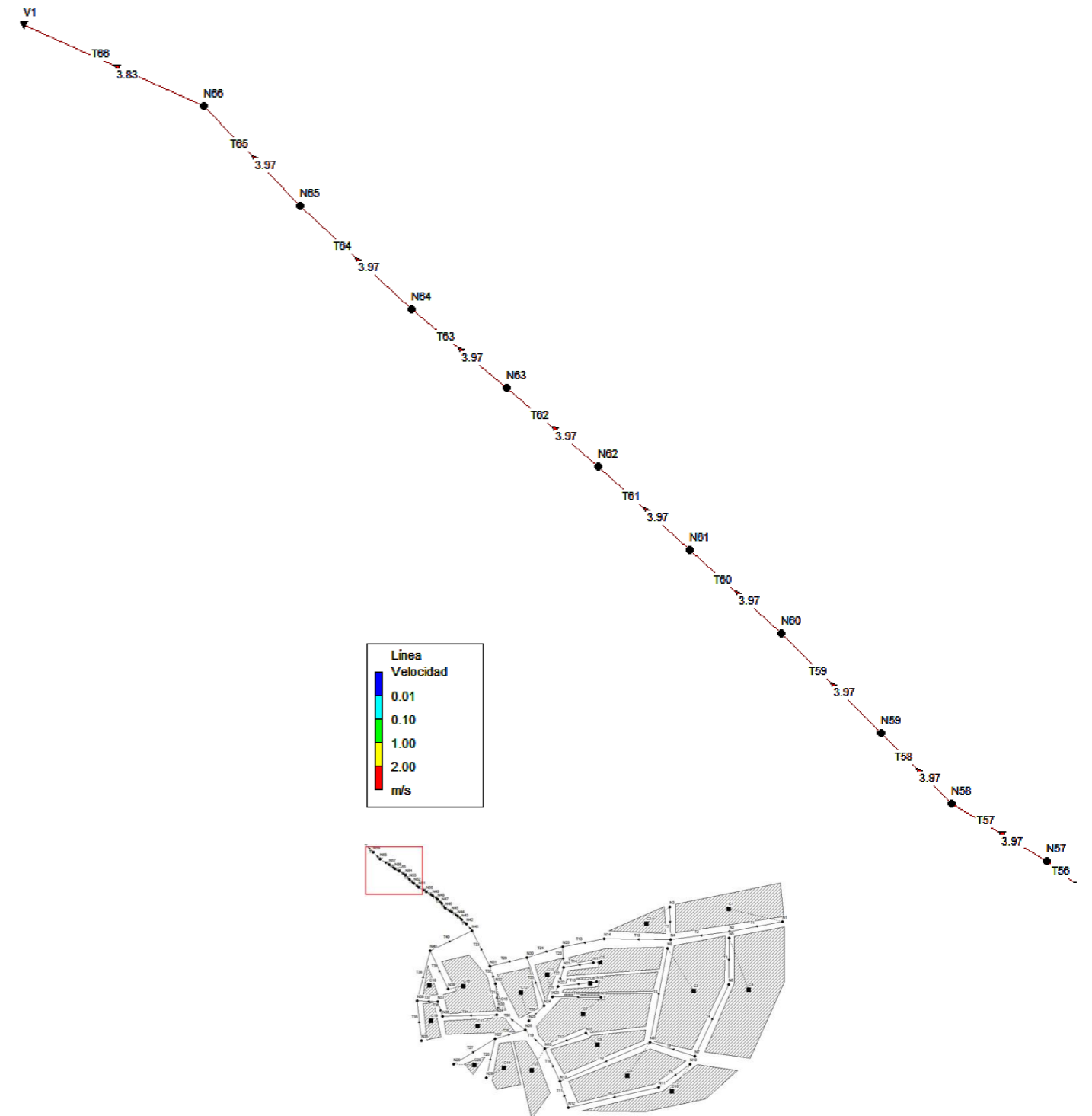


Ilustración 11: Velocidades máximas de la red (4 de 4).

- Diámetros:

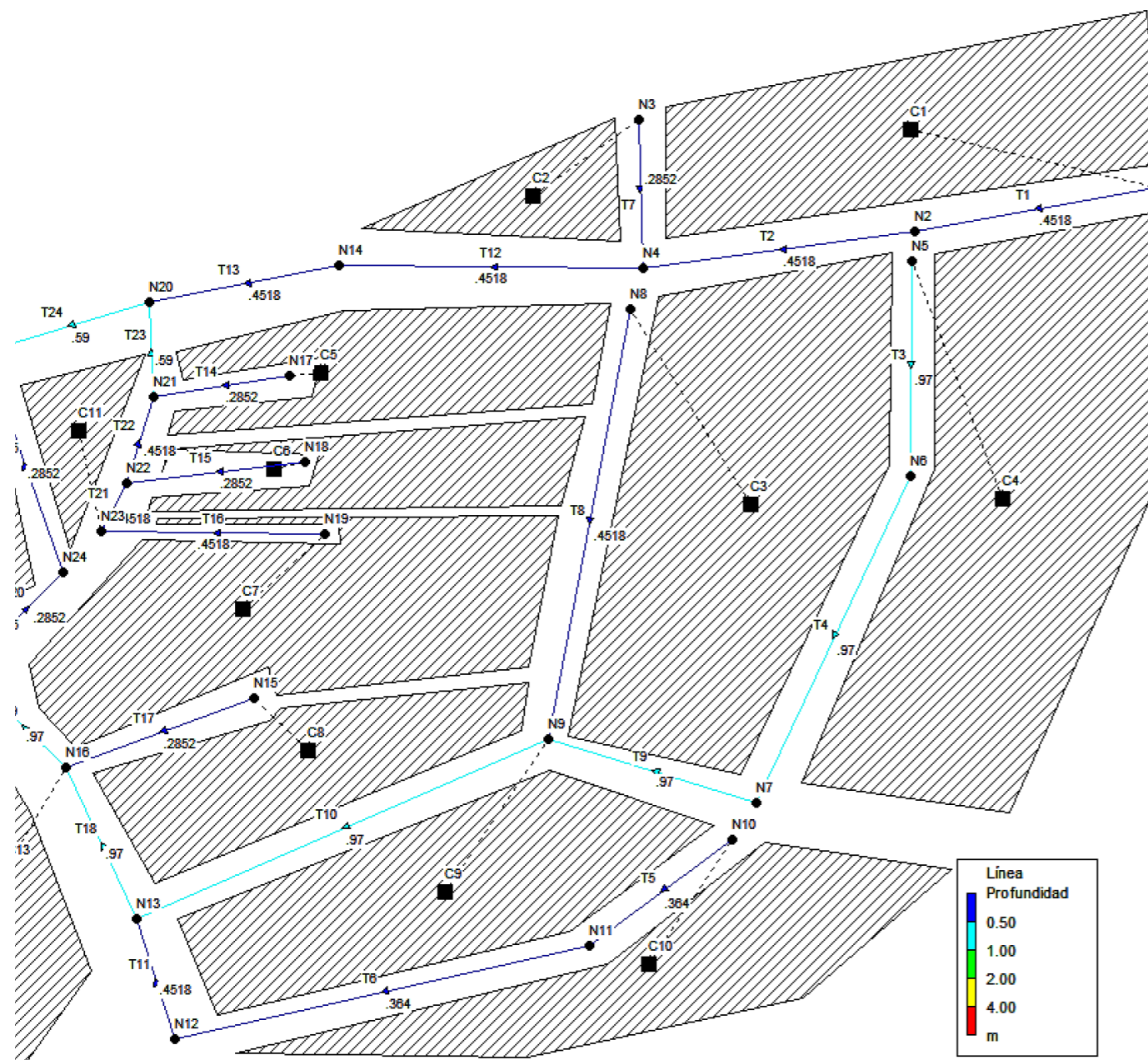


Ilustración 12: Diámetros de la red (1 de 4).

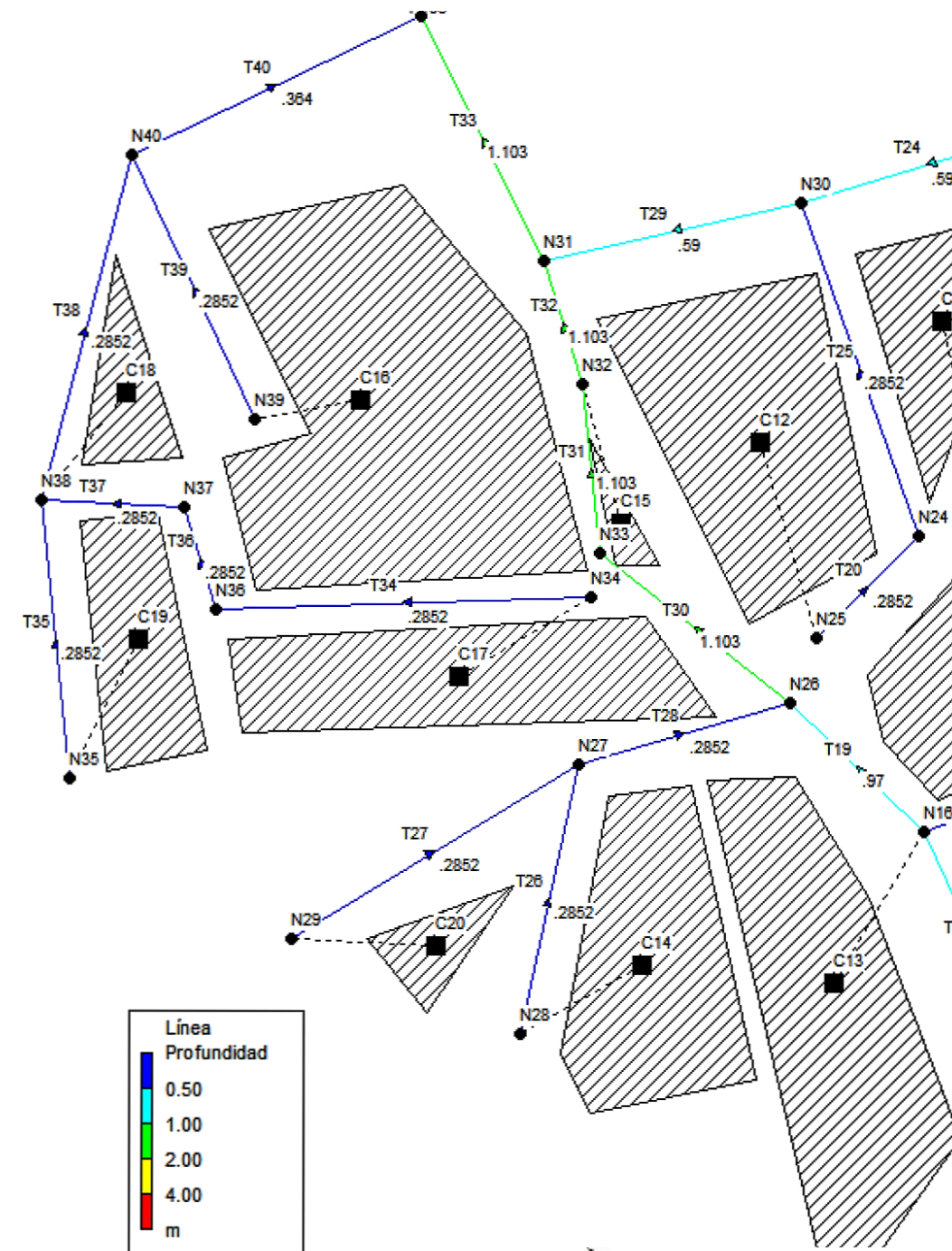
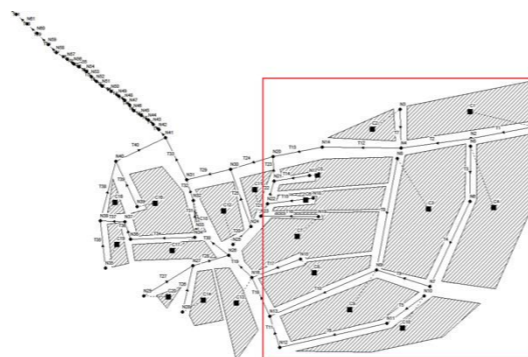
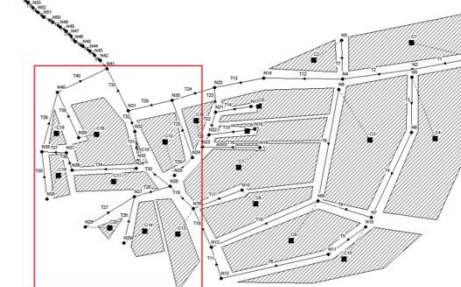


Ilustración 13: Diámetros de la red (2 de 4).



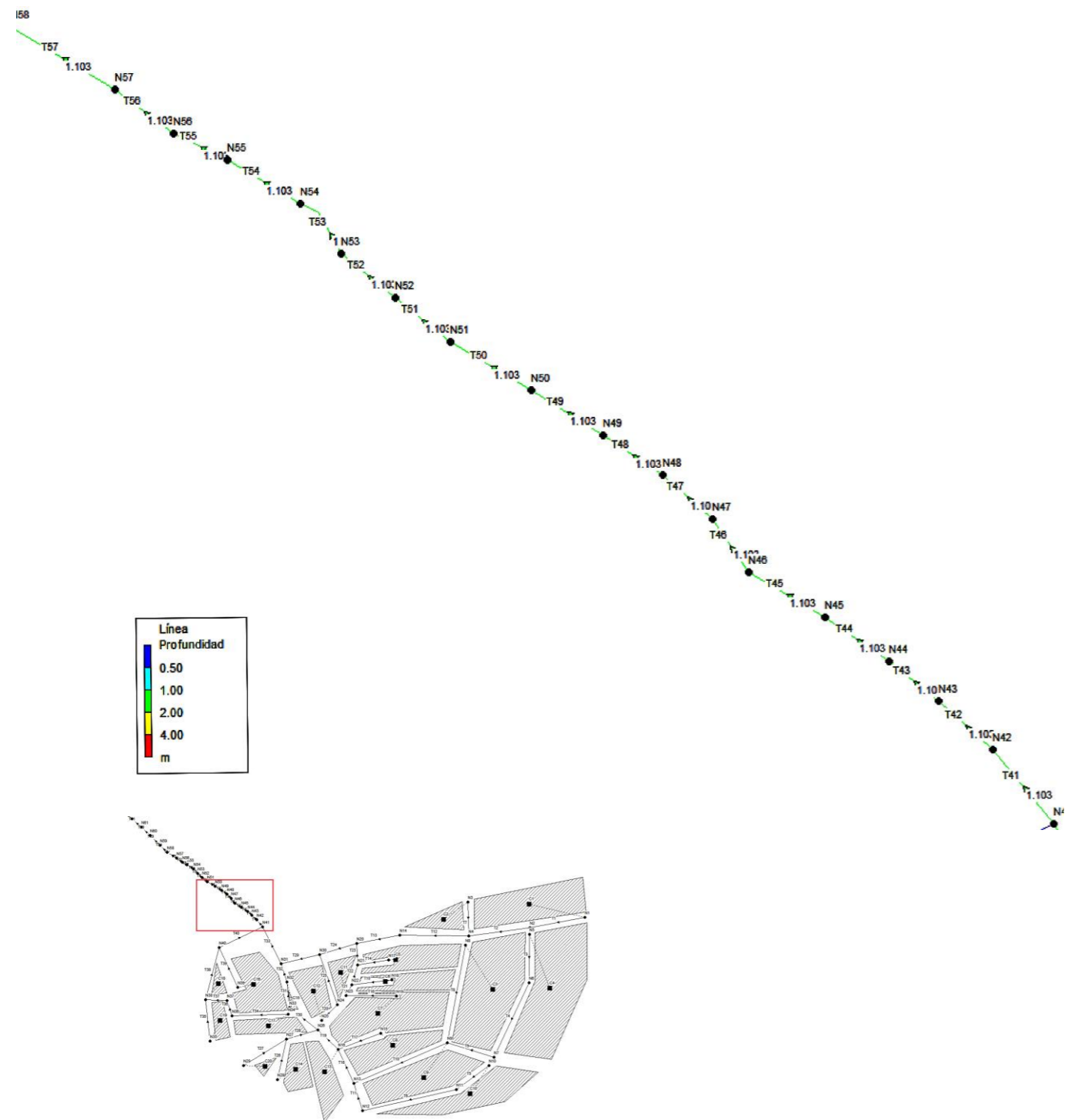


Ilustración 14: Diámetros de la red (3 de 4).

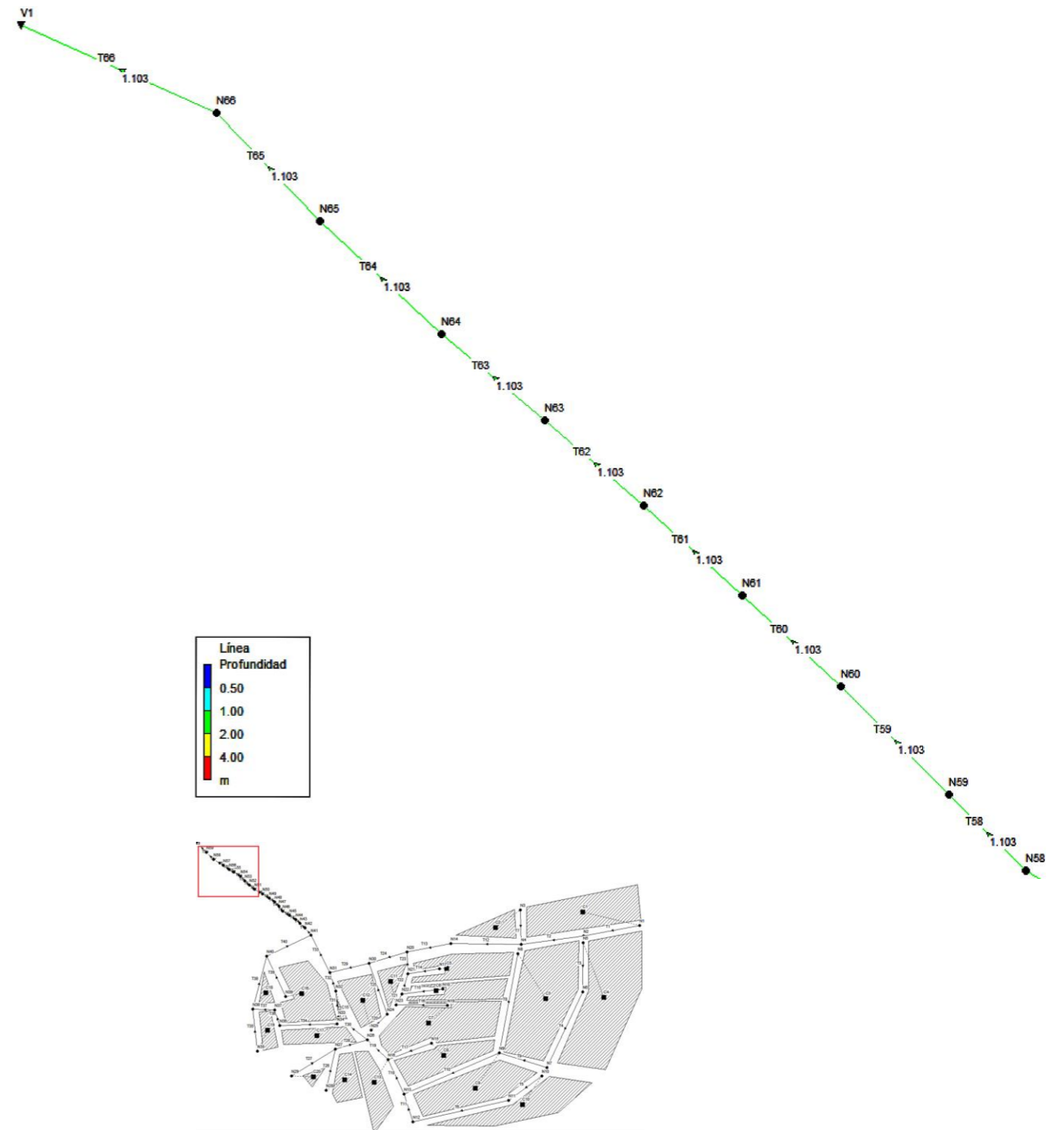


Ilustración 15: Diámetros de la red (4 de 4).



A continuación disponemos de los resultados de la simulación de los pozos de registro y de los colectores de la instalación en la situación más desfavorable de funcionamiento a los 50 minutos de que haya comenzado la lluvia:

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 vE (Build 5.0.005b-01)

Traducido por el Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos

Universidad Politécnica de Valencia

Opciones Análisis

Unidades de Caudal LPS

Método de Infiltración ... HORTON

Método Cálculo Hidráulico. STEADY

Instante Inicio MAY-13-2016 00:00:00

Instante Finalización MAY-13-2016 02:30:00

Inc. Tiempo Informe 00:01:00

Inc. Tiempo Lluvia 00:01:00

Inc. Tiempo Seco 01:00:00

Inc. Tiempo Cálculo 30.00 sec

*****	Volumen	Nivel
Balance Cont. Escorrentía	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Precipitación Total	1.452	72.632
Pér. Evaporación	0.000	0.000
Pér. Infiltración	0.018	0.881
Escor. Superf.	1.170	58.524
Sup. Final Almacenam	0.265	13.233
Error Continuidad (%)	-0.009	

*****	Volumen	Volumen
Continuidad Calculo Hidr.	hectare-m	Mlitros
*****	-----	-----
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	1.170	11.701
Aporte Ag. Subterranea ...	0.000	0.000
Aportes Irreg. RDII	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000

Salida al Exterior	1.170	11.701
Inundación Superficial ...	0.000	0.000
Perdidas Evaporación	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.021	0.207
Error Continuidad(%)	-1.768	

Resumen Escorrentía Cuencas

	Precip	Total	Total	Total	Total	Runoff
	Total	Runon	Evap	Infil	Runoff	Coeff
Cuenca	mm	mm	mm	mm	mm	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
C1	72.632	0.000	0.000	1.059	69.903	0.962
C2	72.632	0.000	0.000	1.360	70.504	0.971
C3	72.632	0.000	0.000	1.630	64.279	0.885
C4	72.632	0.000	0.000	0.856	53.640	0.739
C5	72.632	0.000	0.000	0.613	71.917	0.990
C6	72.632	0.000	0.000	0.689	71.825	0.989
C7	72.632	0.000	0.000	0.920	70.343	0.968
C8	72.632	0.000	0.000	0.552	71.987	0.991
C9	72.632	0.000	0.000	0.393	72.221	0.994
C10	72.632	0.000	0.000	1.018	70.677	0.973
C11	72.632	0.000	0.000	0.000	72.608	1.000
C12	72.632	0.000	0.000	0.000	72.596	1.000
C13	72.632	0.000	0.000	0.553	71.957	0.991
C14	72.632	0.000	0.000	1.117	71.329	0.982
C15	72.632	0.000	0.000	0.000	72.589	0.999
C16	72.632	0.000	0.000	0.000	72.566	0.999
C17	72.632	0.000	0.000	0.000	72.534	0.999
C18	72.632	0.000	0.000	1.406	70.902	0.976
C19	72.632	0.000	0.000	0.000	72.618	1.000
C20	72.632	0.000	0.000	0.000	72.623	1.000
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Totals	72.632	0.000	0.000	0.881	58.524	0.806

Resumen Nivel Nudos



*****							N35	0.02	0.04	503.04	0	00:48	0	0
-----							N36	0.05	0.11	503.01	0	00:50	0	0
	Nivel	Nivel	Altura	Instante de	Inundac.	Tiempo	N37	0.05	0.11	502.61	0	00:50	0	0
	Medio	Max.	Máx.	Valor Máx.	Total	Minutos	N38	0.05	0.10	502.35	0	00:50	0	0
Nudo	Metros	Metros	Metros	días hr:min	mm/ha	Inundado	N39	0.05	0.12	502.02	0	00:50	0	0
-----							N40	1.27	1.36	502.01	0	00:50	0	0
N1	0.09	0.18	513.18	0 00:50	0	0	N41	1.66	2.03	502.03	0	00:50	0	0
N2	0.09	0.18	511.18	0 00:50	0	0	N42	2.39	2.78	500.68	0	00:50	0	0
N3	0.07	0.15	508.65	0 00:50	0	0	N43	2.29	2.68	498.58	0	00:50	0	0
N4	0.10	0.19	507.79	0 00:50	0	0	N44	2.29	2.68	496.58	0	00:50	0	0
N5	0.39	0.65	509.65	0 00:50	0	0	N45	2.29	2.68	494.58	0	00:50	0	0
N6	1.39	1.65	509.15	0 00:50	0	0	N46	2.29	2.68	492.58	0	00:50	0	0
N7	0.85	1.06	506.86	0 00:50	0	0	N47	2.29	2.68	490.58	0	00:50	0	0
N8	0.11	0.19	507.99	0 00:50	0	0	N48	2.29	2.68	488.58	0	00:50	0	0
N9	0.93	1.23	506.23	0 00:50	0	0	N49	2.29	2.68	486.58	0	00:50	0	0
N10	0.12	0.27	505.97	0 00:50	0	0	N50	2.29	2.68	484.58	0	00:50	0	0
N11	0.12	0.27	505.47	0 00:50	0	0	N51	2.29	2.68	482.58	0	00:50	0	0
N12	0.12	0.27	504.87	0 00:50	0	0	N52	2.29	2.68	480.58	0	00:50	0	0
N13	0.45	0.79	505.09	0 00:50	0	0	N53	2.29	2.68	478.58	0	00:50	0	0
N14	1.10	1.19	504.69	0 00:50	0	0	N54	2.29	2.68	476.58	0	00:50	0	0
N15	0.06	0.13	504.63	0 00:50	0	0	N55	2.29	2.68	474.58	0	00:50	0	0
N16	0.43	0.76	504.76	0 00:50	0	0	N56	2.29	2.68	472.58	0	00:50	0	0
N17	0.05	0.11	503.56	0 00:50	0	0	N57	2.29	2.68	470.58	0	00:50	0	0
N18	0.05	0.12	504.12	0 00:50	0	0	N58	2.29	2.68	468.58	0	00:50	0	0
N19	0.10	0.19	504.69	0 00:50	0	0	N59	2.29	2.68	466.58	0	00:50	0	0
N20	0.19	0.40	502.55	0 00:50	0	0	N60	2.29	2.68	464.58	0	00:50	0	0
N21	0.13	0.26	502.61	0 00:50	0	0	N61	2.29	2.68	462.58	0	00:50	0	0
N22	0.14	0.29	503.19	0 00:50	0	0	N62	2.29	2.68	460.58	0	00:50	0	0
N23	0.14	0.29	503.29	0 00:50	0	0	N63	2.29	2.68	458.58	0	00:50	0	0
N24	0.06	0.14	503.39	0 00:50	0	0	N64	2.29	2.68	456.58	0	00:50	0	0
N25	0.06	0.14	503.64	0 00:50	0	0	N65	2.29	2.68	454.58	0	00:50	0	0
N26	0.42	0.74	504.54	0 00:50	0	0	N66	2.29	2.68	452.58	0	00:50	0	0
N27	0.08	0.18	504.08	0 00:50	0	0	V1	1.90	1.90	449.90	0	00:00	0	0
N28	0.06	0.14	504.49	0 00:50	0	0								
N29	0.02	0.04	504.84	0 00:47	0	0	*****							
N30	0.20	0.43	502.23	0 00:50	0	0	Resumen Caudales Conductos							
N31	1.20	1.47	502.92	0 00:50	0	0	*****							
N32	1.02	1.32	503.82	0 00:50	0	0	-----							
N33	0.68	0.94	504.14	0 00:50	0	0	----							
N34	0.05	0.11	503.51	0 00:50	0	0		Caudal	Instante de	Veloc.	Factor	Máximo	Total	



	Máximo	Caudal Máx.	Máxima	Longi.	/Diseño	Minutos								
Conducto	LPS	días hr:min	m/seg		Caudal	En								
carga														

T1	185.92	0 00:50	3.16	1.00	0.33	0	T36	33.96	0 00:50	1.56	1.00	0.30	0	
T2	185.92	0 00:50	3.76	1.00	0.26	0	T37	33.96	0 00:50	2.27	1.00	0.18	0	
T3	1782.98	0 00:50	3.38	1.00	0.79	0	T38	53.94	0 00:50	2.82	1.00	0.25	0	
T4	1782.98	0 00:50	4.00	1.00	0.64	0	T39	73.25	0 00:50	2.91	1.00	0.36	0	
T5	133.03	0 00:50	1.60	1.00	0.91	0	T40	127.20	0 00:50	2.88	1.00	0.40	0	
T6	133.03	0 00:50	1.62	1.00	0.89	0	T41	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T7	71.52	0 00:50	2.08	1.00	0.55	0	T42	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T8	203.91	0 00:50	3.16	1.00	0.37	0	T43	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T9	1782.98	0 00:50	3.00	1.00	0.91	0	T44	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T10	2019.97	0 00:50	3.15	1.00	0.99	0	T45	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T11	133.03	0 00:50	1.44	1.00	0.60	0	T46	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T12	257.44	0 00:50	3.90	1.00	0.38	0	T47	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T13	257.44	0 00:50	3.68	1.00	0.42	0	T48	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T14	69.38	0 00:50	3.04	1.00	0.32	0	T49	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T15	64.69	0 00:50	2.56	1.00	0.36	0	T50	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T16	205.45	0 00:50	3.26	1.00	0.36	0	T51	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T17	74.65	0 00:50	2.54	1.00	0.45	0	T52	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T18	2153.00	0 00:50	3.47	1.00	0.96	0	T53	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T19	2313.23	0 00:50	3.80	1.00	0.94	0	T54	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T20	41.19	0 00:50	1.30	1.00	0.49	0	T55	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T21	227.62	0 00:50	2.09	1.00	0.74	0	T56	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T22	292.32	0 00:50	3.46	1.00	0.54	0	T57	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T23	361.70	0 00:50	3.14	1.00	0.40	0	T58	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T24	619.14	0 00:50	3.12	1.00	0.81	0	T59	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T25	41.19	0 00:50	2.60	1.00	0.19	0	T60	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T26	42.37	0 00:50	1.41	1.00	0.46	0	T61	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T27	5.53	0 00:48	1.13	1.00	0.04	0	T62	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T28	47.90	0 00:50	1.11	1.00	0.74	0	T63	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T29	660.33	0 00:50	3.09	1.00	0.88	0	T64	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T30	2361.13	0 00:50	4.10	1.00	0.64	0	T65	3154.01	0 00:50	3.97	1.00	0.94	0	
T31	2361.13	0 00:50	3.56	1.00	0.77	0	T66	3154.01	0 00:50	3.83	1.00	0.98	0	
T32	2366.48	0 00:50	3.88	1.00	0.69	0	*****							
T33	3026.81	0 00:50	3.90	1.00	0.92	0	Resumen de Incrementos de Tiempo Cálculo Hidráulico							
T34	33.96	0 00:50	1.51	1.00	0.31	0	*****							
T35	7.87	0 00:48	1.24	1.00	0.05	0	Incremento de Tiempo Mínimo : 30.00 seg							
							Incremento de Tiempo Medio : 30.00 seg							
							Incremento de Tiempo Máximo : 30.00 seg							
							Porcentaje en Reg. Permanente : 0.00							
							Nº medio iteraciones por instante : 1.00							

4. POZOS DE REGISTRO E IMBORNALES

▪ POZOS DE REGISTRO

Estos elementos tienen como función principal la de comunicar los colectores con el exterior, mediante de manera sencilla podremos acceder a la instalación para labores de reparación, mantenimiento y/o limpieza. Como misión secundaria de estos sería la de servir como elemento de unión entre colectores secundarios.

Los pozos de registros son visitables y estarán dispuestos en los cambios de dirección y de pendiente bruscos así como en cruces. En tramos rectos, como es el caso del camino secundario hasta la zona de vertido, colocaremos pozos de registro cada 25 m.

Hemos decidido que el pozo de registro sea del mismo material que el de los colectores, de PVC corrugado, lo que nos facilitará su transporte y puesta en obra debido a que son más ligeros que los de hormigón. Estos tendrán un diámetro nominal de 1.000 mm y una altura nominal variable, dependiendo de la zona en la que nos encontremos



Ilustración 16: Detalle de pozo de registro de PVC.

▪ IMBORNALES

Estos son elementos que recogen el agua en la superficie y la canalizan hacia los colectores de la red, a diferencia con los sumideros, estos no tienen depósito de almacenamiento de sólidos ni sifón ya que no lo necesitan.

Los imbornales colocados serán de tipo de lateral, colocados en las zonas de bombeo de la calzada, lo que nos facilitará una mejor recogida del agua, evitando así encharcamientos localizados. Estos estarán separados 25 m. con el imbornal consecutivo.



Ilustración 17: detalle de disposición de imbornal transversal.

En el documento “Planos” se encuentran los detalles de situación de imbornales y pozos de registro así como sus secciones.