



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



EFICIENCIA HÍDRICA EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE A TRAVÉS DE MODULACIÓN DE PRESIONES EN UN SISTEMA AUTOMATIZADO

JORGE DELGADO MEDINA



Fecha de presentación: jueves 10 de junio de 2021



El Agua En México

México debe resolver múltiples problemas en materia de agua, mismos que han sido generados a lo largo de su evolución industrial y durante la cual no ha sabido gestionar de forma adecuada sus recursos hídricos.





El Agua En México

Las cuencas y acuíferos están sobre concesionado y sobreexplotados, respectivamente.

El porcentaje de cuerpos de agua contaminados en el país llega al 70%.

El cambio climático está impactando a diversos sectores a través del agua.

El número de conflictos y la competencia por el agua va en ascenso.

Existe poca valoración y cuidado del agua en la sociedad mexicana.

Aún hay dispendio e ineficiencia en el uso del agua en todos los sectores.



Disponibilidad de Acuíferos



El Agua En México

El sector agua se ha descapitalizado de manera acelerada en personal calificado. (autoridad y actuación).

Infraestructura hidráulica fue construida antes de mediados del siglo pasado, por lo que ha alcanzado su vida operativa o lo hará.

El financiamiento del sector agua es cada vez menor, más comprometido a construir infraestructura hidráulica y menos a su operación y mantenimiento.

El marco legal está desactualizado, complejo y difícil de implementar.

No se invierte lo suficiente en investigación y desarrollo tecnológico.



Acuíferos sobreexplotados



El Agua En México

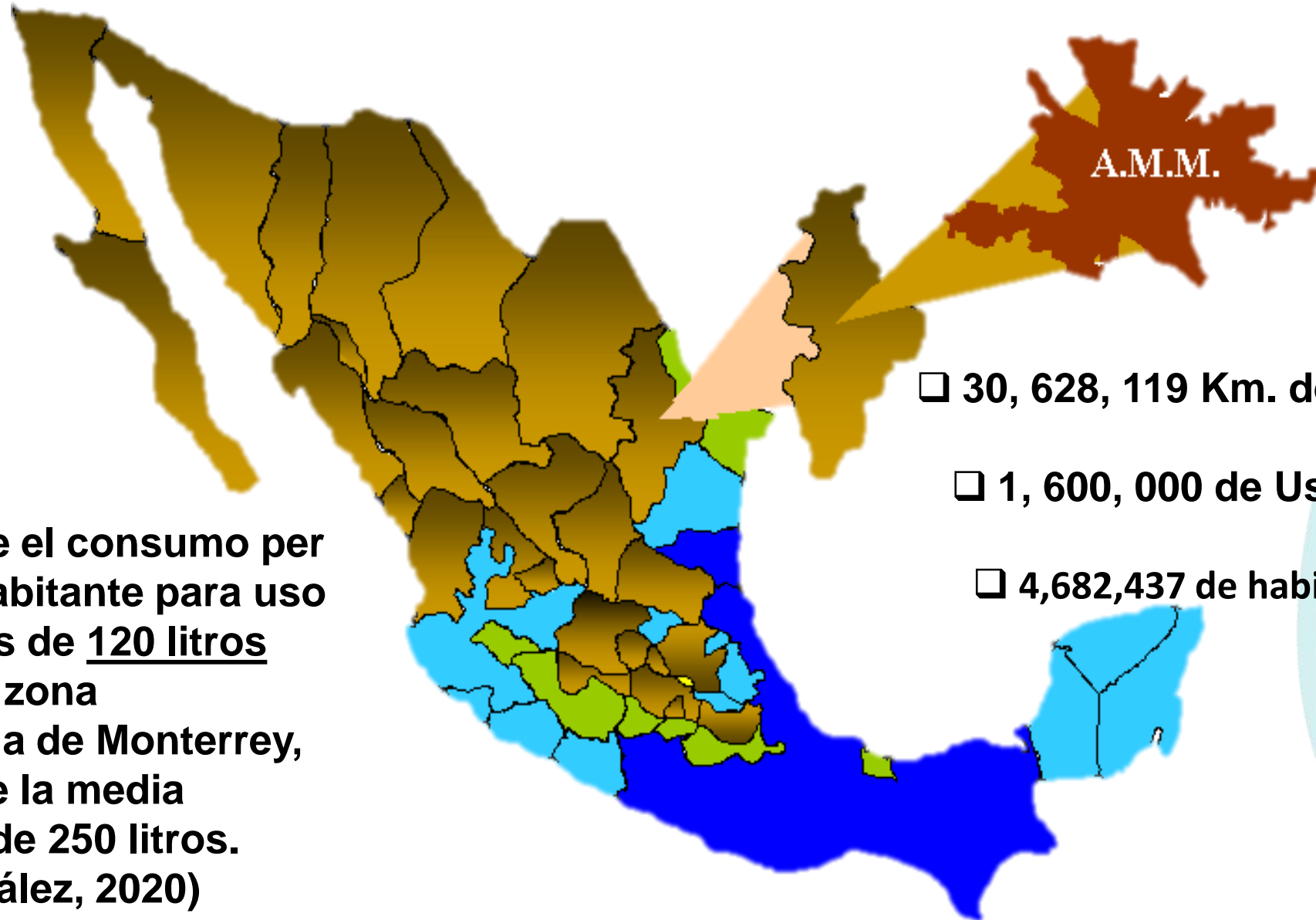
Ante esta perspectiva, el suministro de agua para las ciudades tiene que cambiar y desarrollarse hacia modelos cada vez más sofisticados y demandantes de información y desempeño. El reto hidráulico que enfrentan las ciudades en la actualidad requiere de necesidad un cambio en el manejo urbano del agua.

Las ciudades comienzan a abastecerse de agua por medio de grandes presas y elaborados sistemas hidráulicos que incluyen acueductos, bombeo de agua de otras cuencas y se extrae agua de los acuíferos por medio de pozos profundos.

En México, la tecnología y las grandes obras han servido para abastecer agua, por ejemplo, a la Ciudad de México con el Sistema Cutzamala, a la ciudad de Monterrey con su acueducto desde la presa del Cuchillo y a la ciudad de Tijuana con el acueducto que le surte agua del río Colorado (Estadísticas del Agua en México, Ed. 2018).



El Agua En Monterrey, N.L.



Actualmente el consumo per cápita por habitante para uso doméstico es de 120 litros diarios en la zona metropolitana de Monterrey, mientras que la media nacional es de 250 litros. (Garza González, 2020)



FUENTES DE ABASTECIMIENTO iciales



Presla La Boca
Capacidad: 39.5 Mm³



Cerro Prieto
Capacidad: 300.0 Mm³



Presla el cuchillo
Capacidad: 1,123.0 Mm³

FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Canéas



➤ Sistema Buenos Aires

➤ Sistema Monterrey

- 41 pozos profundos
- 59 pozos Someros



➤ Tunel San Fransisco

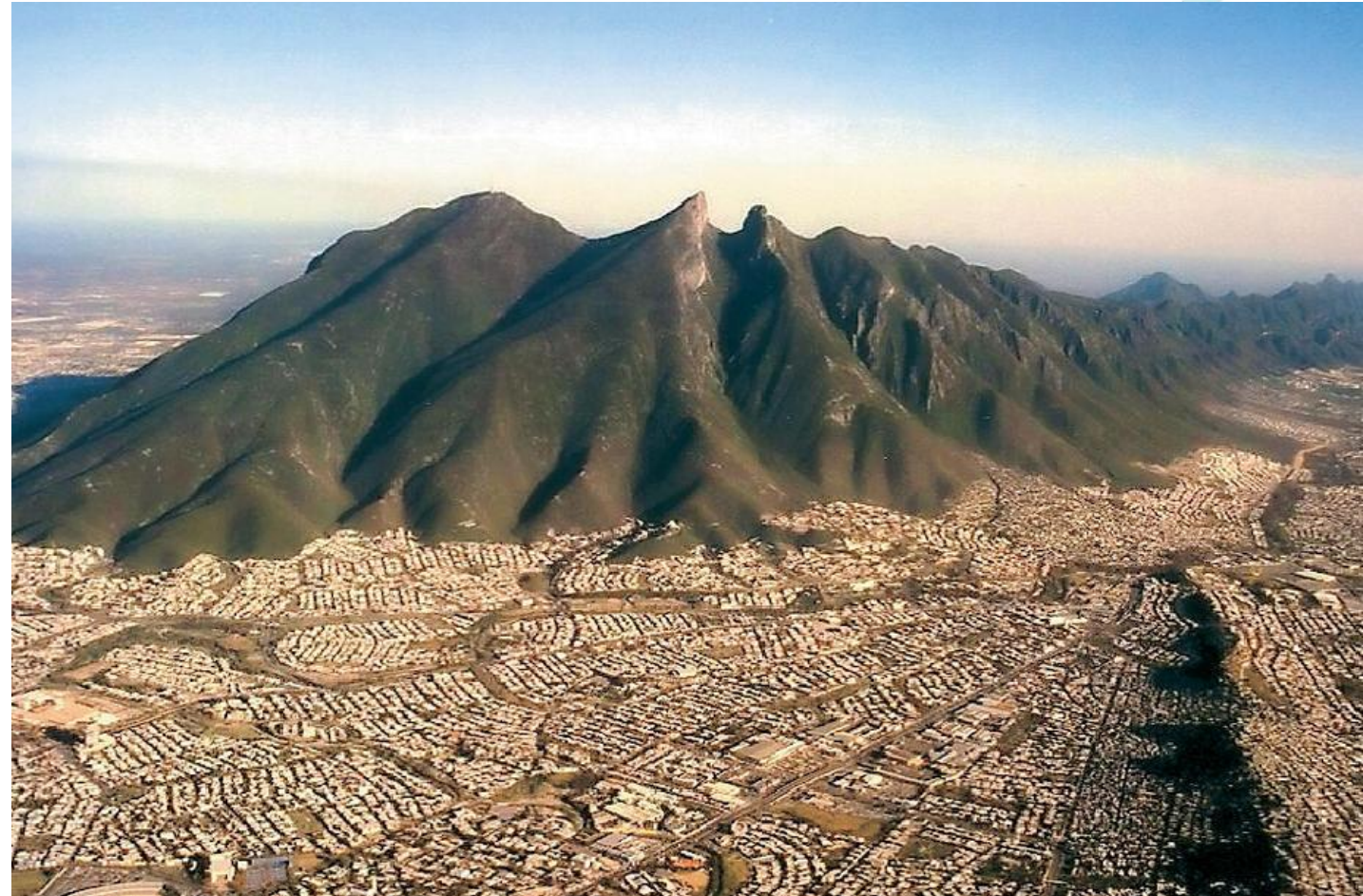
Fuente: Srvicios de Agua y Drenaje de Monterrey



Sectorización

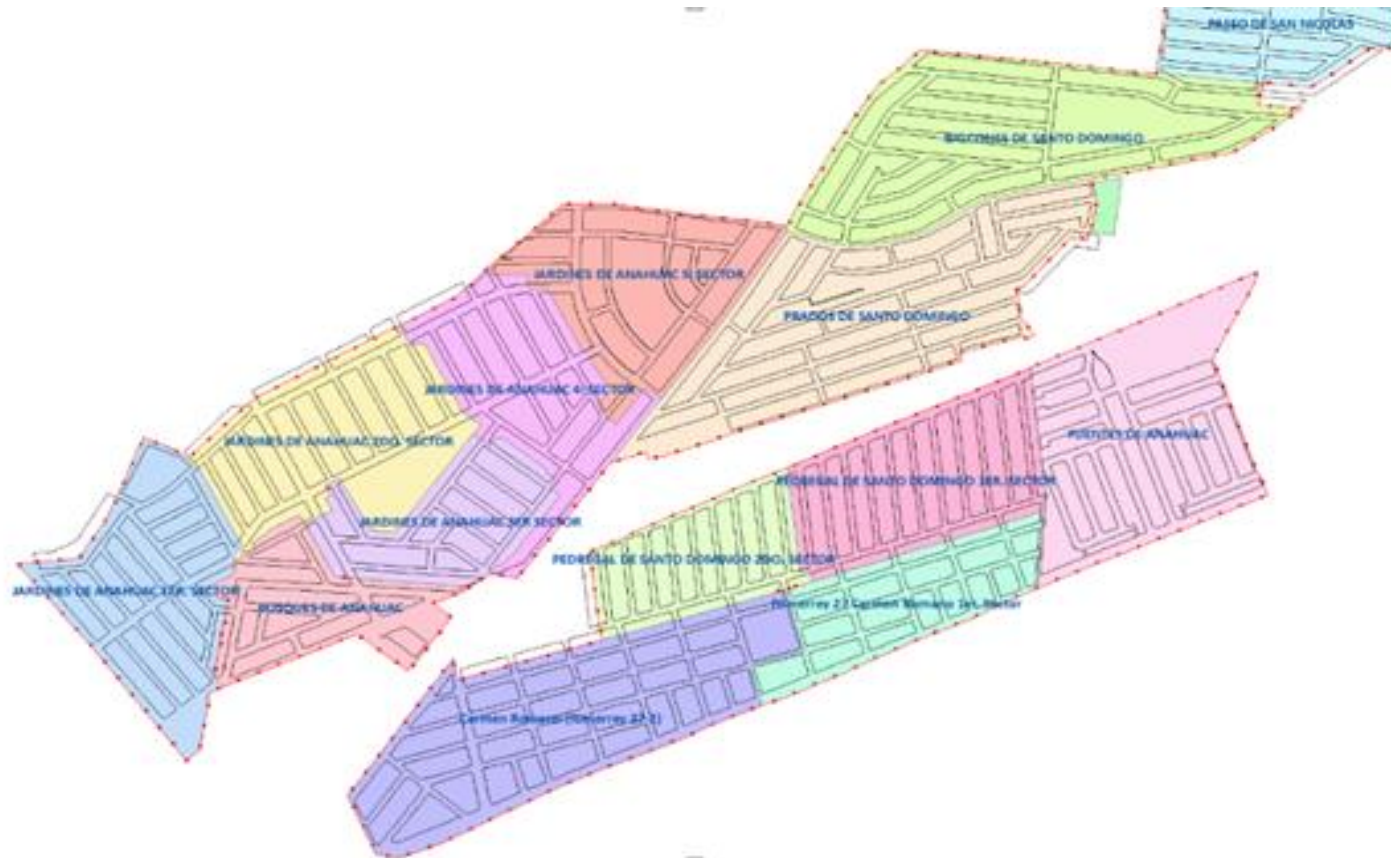
En la ciudad de Monterrey año 2015 se realizó un nuevo programa de sectorización de la red de distribución de agua potable donde este tiene como objetivo entregar al usuario un mínimo de **1.5 kg/cm²** como presión.

Una de las desventajas de esta ciudad además de la **topografía (ciudad anclada a las montañas)**, es que la precipitación media es muy baja esto nos obliga a un mejor manejo del vital líquido.



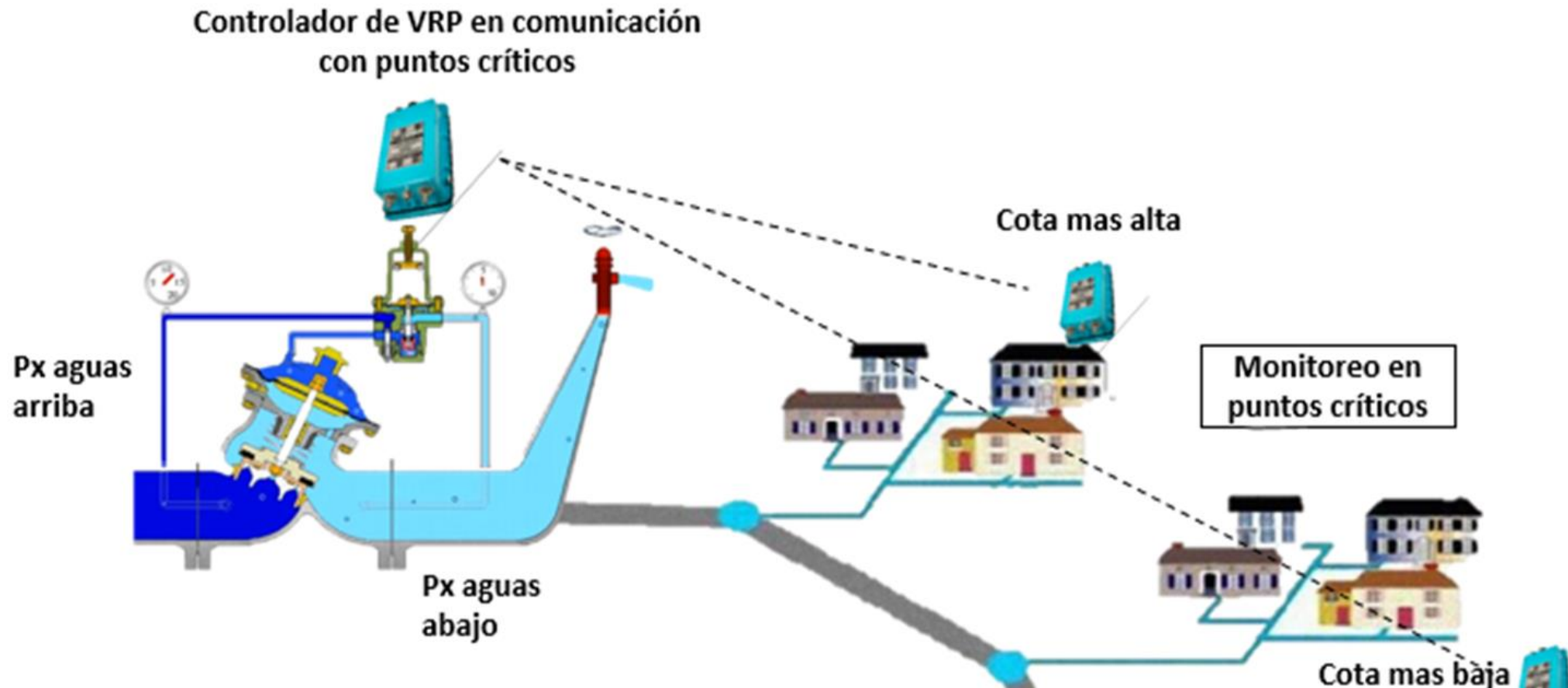
Sectorización

La Sectorización es un proceso de investigación y consiste en dividir las redes en Sectores estableciendo una sola entrada en donde se instala un macro medidor para el monitoreo del consumo promedio del circuito.



Modulación de presiones

Esto nos ayuda a mejorar significativamente la eficiencia física de la Red de Agua Potable, mediante el diseño y construcción de macro sectores, estableciendo en ellos un control inteligente que permita suministrar el gasto y la presión adecuada para la operación sin comprometer la seguridad y el servicio de la población (Ayala, 2019).



Ventajas

- ✓ Protección continua de las tuberías.
- ✓ Reducción de fugas.
- ✓ Gestión y control del agua en época de sequía
- ✓ Recuperación de caudal suministrado
- ✓ Mayor volumen de agua disponible.
- ✓ Control inteligente de la presión.
- ✓ Ahorro energético (menos horas de bombeo)





Objetivo general

Estudiar el comportamiento hidráulico después de la válvula reguladora de presión del macro sector del Valle, San Pedro Garza García, N.L.

Objetivos

Calcular el Coeficiente de Uniformidad de Christiansen del macro sector del Valle en Monterrey, N.L.

Determinar la eficiencia de aplicación del macro sector del Valle en Monterrey, N.L.

Determinar la eficiencia de requerimiento del macro sector del valle en Monterrey, N.L.

Construir una malla topográfica del macro sector.

Construir una malla de presiones georreferenciada con el comportamiento de la válvula principal.

Evaluar físicamente si la distribución de los datos evaluados en este caso las presiones en los puntos más críticos son generalmente por su topografía, lo cual la malla topográfica debe de ensamblar inversamente en la malla de presiones.

Evaluar la desviación media standard de los datos contra el testigo que en este caso es la hipótesis de cumplimiento de la demanda el gasto generado en una presión de 1.5 kg/cm^2 en cualquier punto a cualquier hora del día.



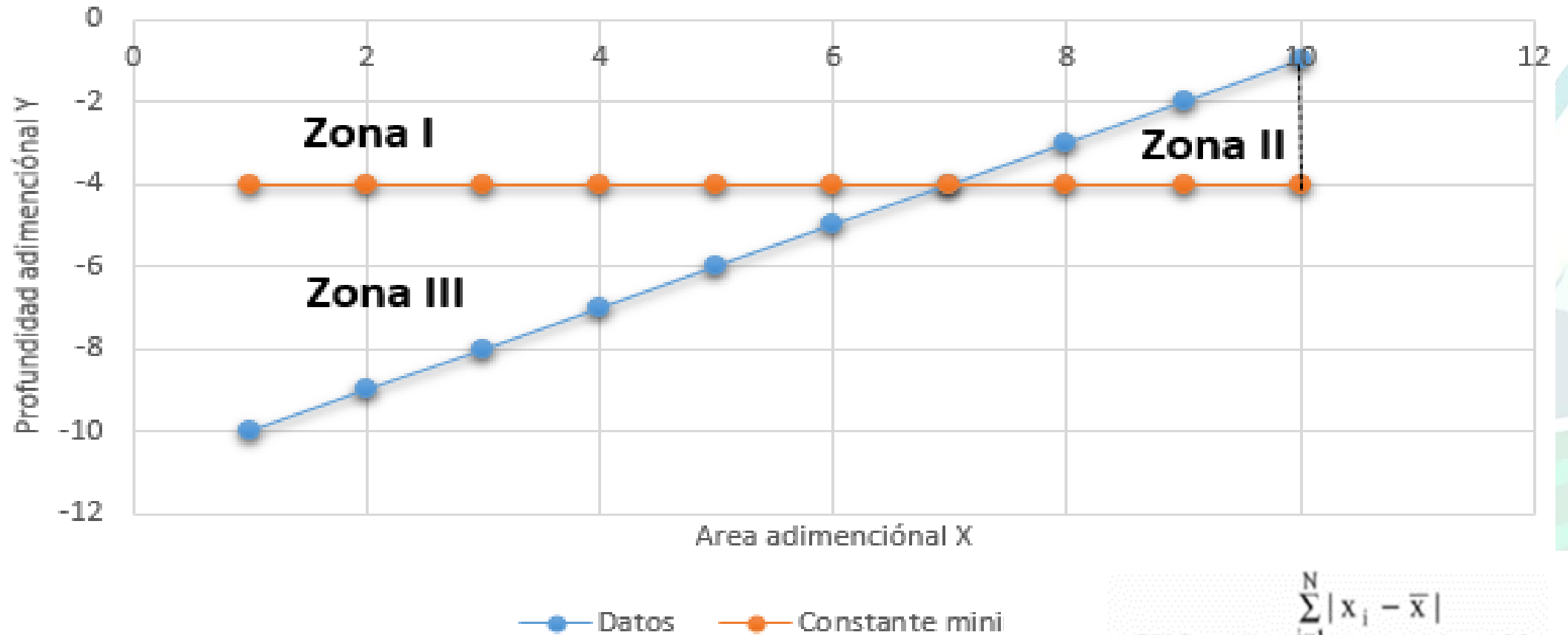
Hipótesis

Dado el gran desnivel que presentan los lotes en la ciudad de Monterrey es imposible tener una eficiencia de aplicación mayor o igual que el 85%.

Aunque se le cumpla con una eficiencia de requerimiento del 100% el Coeficiente de Uniformidad de Christiansen tendría valores del 70-75%, y esto es generado a que no existen accesorios de control de presión al interior de los lotes provocando una desuniformidad en los datos de evaluación muy variados.



CUC



$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|}{N\bar{x}}\right) \times 100$$

$$Er = \left(\frac{\text{zona I}}{(\text{zona I} + \text{zona II})}\right) * 100$$

$$Ea = \left(\frac{\text{zona I}}{(\text{zona I} + \text{zona III})}\right) * 100$$

Donde:

- CUC = Coeficiente de uniformidad de Christiansen
- X_i = Cada uno de las observaciones desde $i=1$ hasta N
- \bar{X} = Promedio de las observaciones
- N = Número de observaciones

Localización del proyecto

La válvula que regula la presión de todo el macro sector se encuentra ubicada en Río Sena y Calzada San Pedro, Colonia Del Valle con las siguientes coordenadas UTM:

- ❖ Zona 14 R
- ❖ 361857.73 m E
- ❖ 2837984.28 m N
- ❖ Con una altitud de 620 metros.







La válvula reguladora de presión registra:

- Diámetro de la VRP: 13”.
- Gasto (Q) promedio de 59.5 lps.
- Una presión mínima de 1.96 kg/cm².
- Una presión máxima de 3.2 kg/cm².
- Una presión de entrada de 3.34 kg/cm².
- Una presión de salida de 1.96 kg/cm².
- Cantidad de tomas: 2, 585.
- Cantidad de medidores: 2, 500.





Metodología

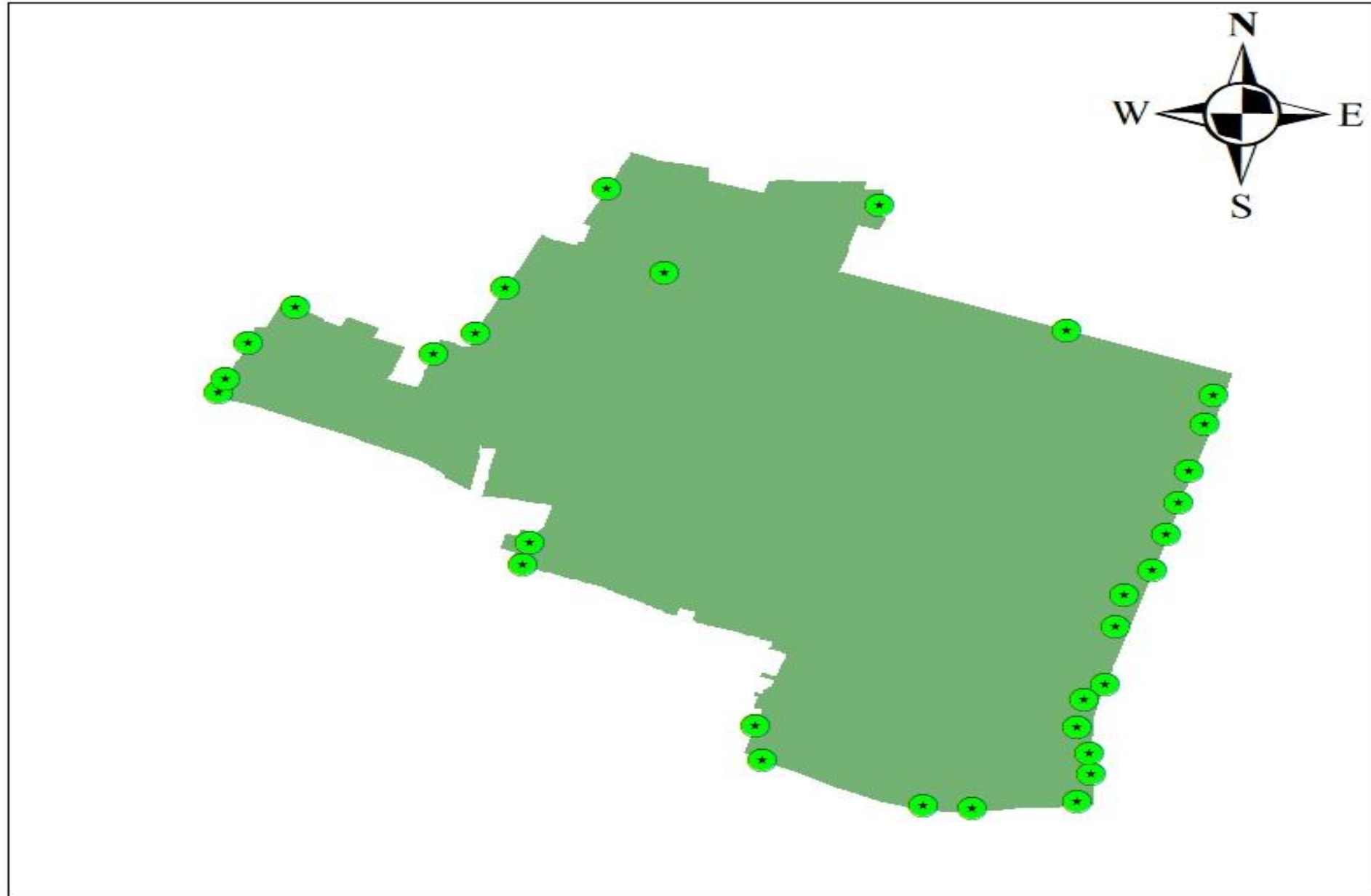
Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey cumple con la demanda a los usuarios del macro sector del Valle con gasto y presión de 1.5 kg/cm^2 en cualquier punto a cualquier hora del día.

El proyecto inicia con la delimitación de un macro sector bien definido con coordenadas georreferenciadas utilizando el paquete de Arcgis con coordenadas UTM NAD 27. A este polígono se le montan sus correspondientes valores de curvas a nivel. (Paquete Surfer)

Al observar los puntos críticos (más elevados, más bajos y más distantes de la válvula reguladora de presión) se seleccionan 31 puntos para hacer el registro los cuales son puntos que representan adecuadamente el comportamiento del macro sector.

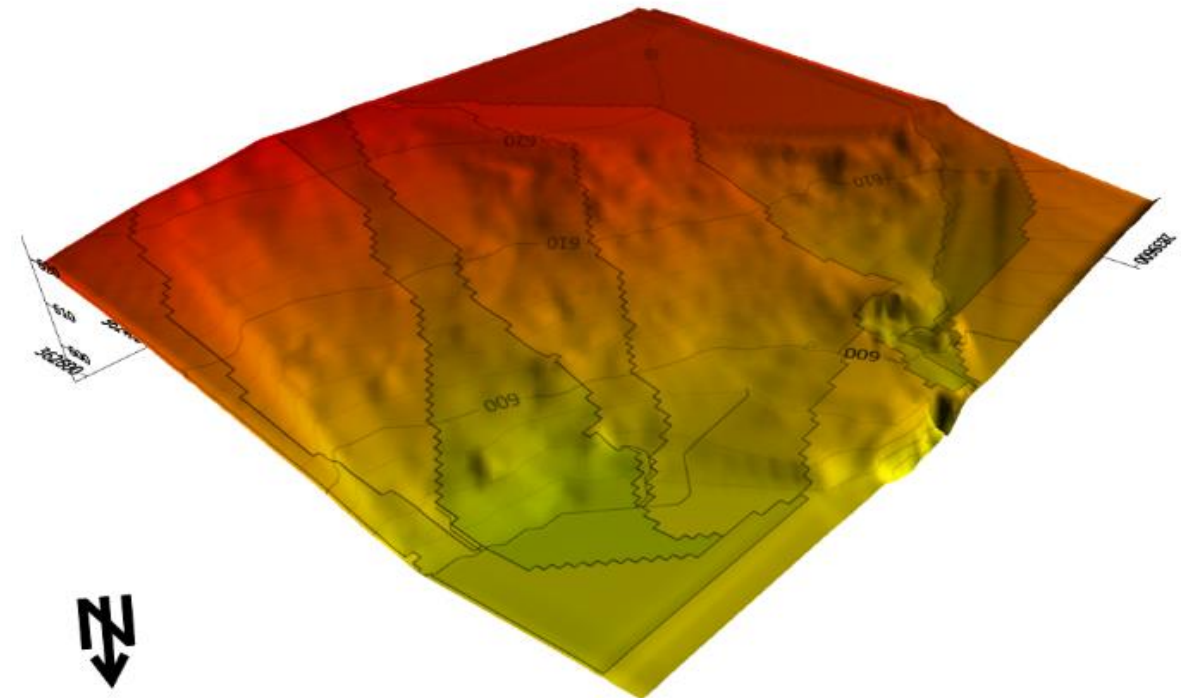
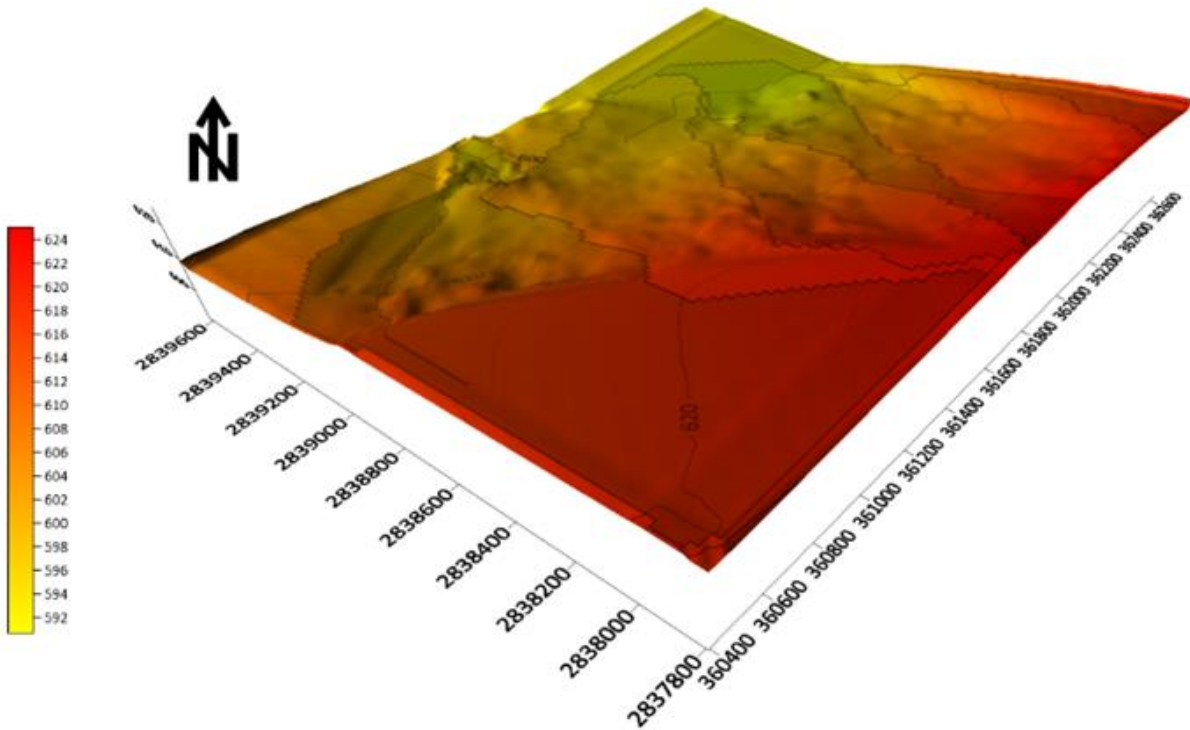


MACRO SECTOR DEL VALLE



Metodología

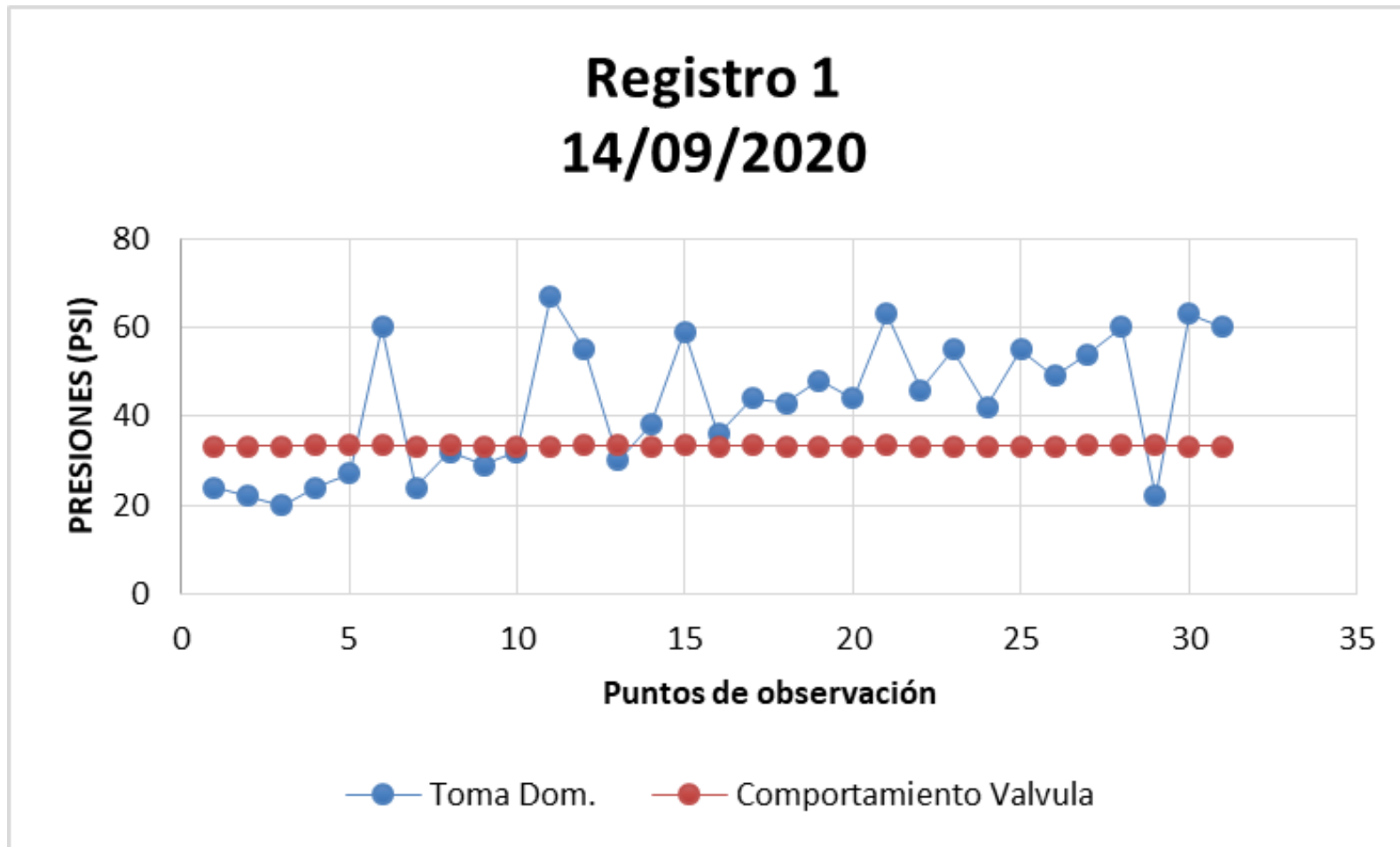
Se determinan las fechas de evaluación en base a su demanda más crítica y poder obtener 5 registros de observación. Con estos datos de campo se construyen las mallas de presión en el paquete Surfer y así mismo se calcula el Coeficiente de Uniformidad de Christiansen (CUC), Eficiencia de Aplicación (E_a) y la Eficiencia de Requerimiento (E_r).





Resultados

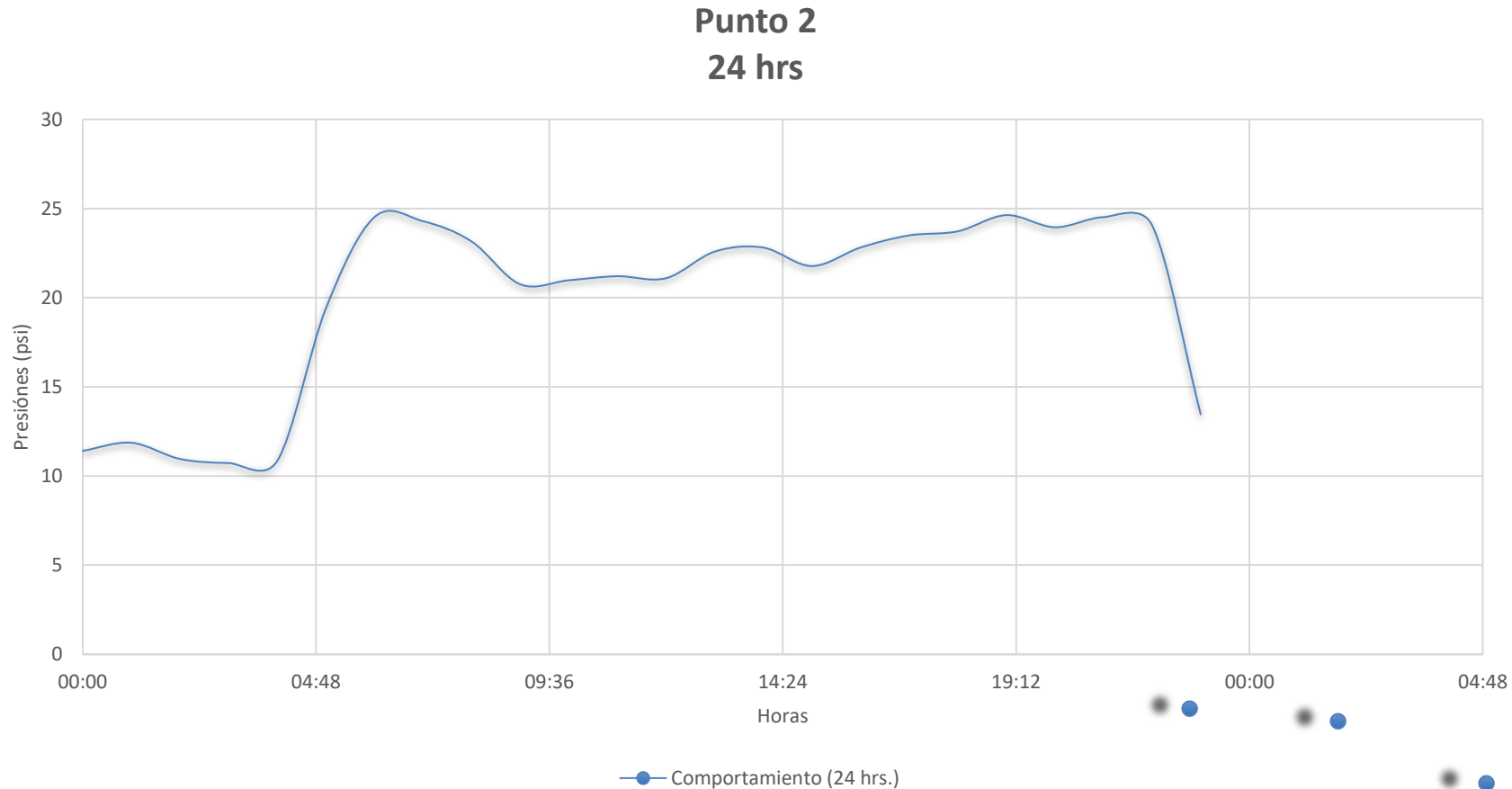
La siguiente gráfica refleja el comportamiento de las presiones tanto en Válvula Reguladora de Presión como en las tomas domiciliarias previamente seleccionadas en diferentes días (registros) tomadas entre los mismos horarios.





Resultados

Comportamiento de presiones a lo largo de las 24 horas del día en puntos críticos, se recalca que en estos puntos críticos se registró la presión cada 10 minutos (Registradores).



Presión en punto 2, cota 624. Dirección: Río Pilón 608, Bosques del Valle, Monterrey N. L.



Resultados

El coeficiente de uniformidad de Christiansen es ampliamente usado, y un CUC igual o mayor que 0.7 es considerado aceptable en la práctica del diseño de un sistema de agua potable.

$$CUC = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|}{N * \bar{x}} \right] * 100$$

$$\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) = 394.58$$

$$CUC = \left[1 - \frac{394.58}{1327} \right] * 100$$

$$CUC = 0.70265 * 100$$

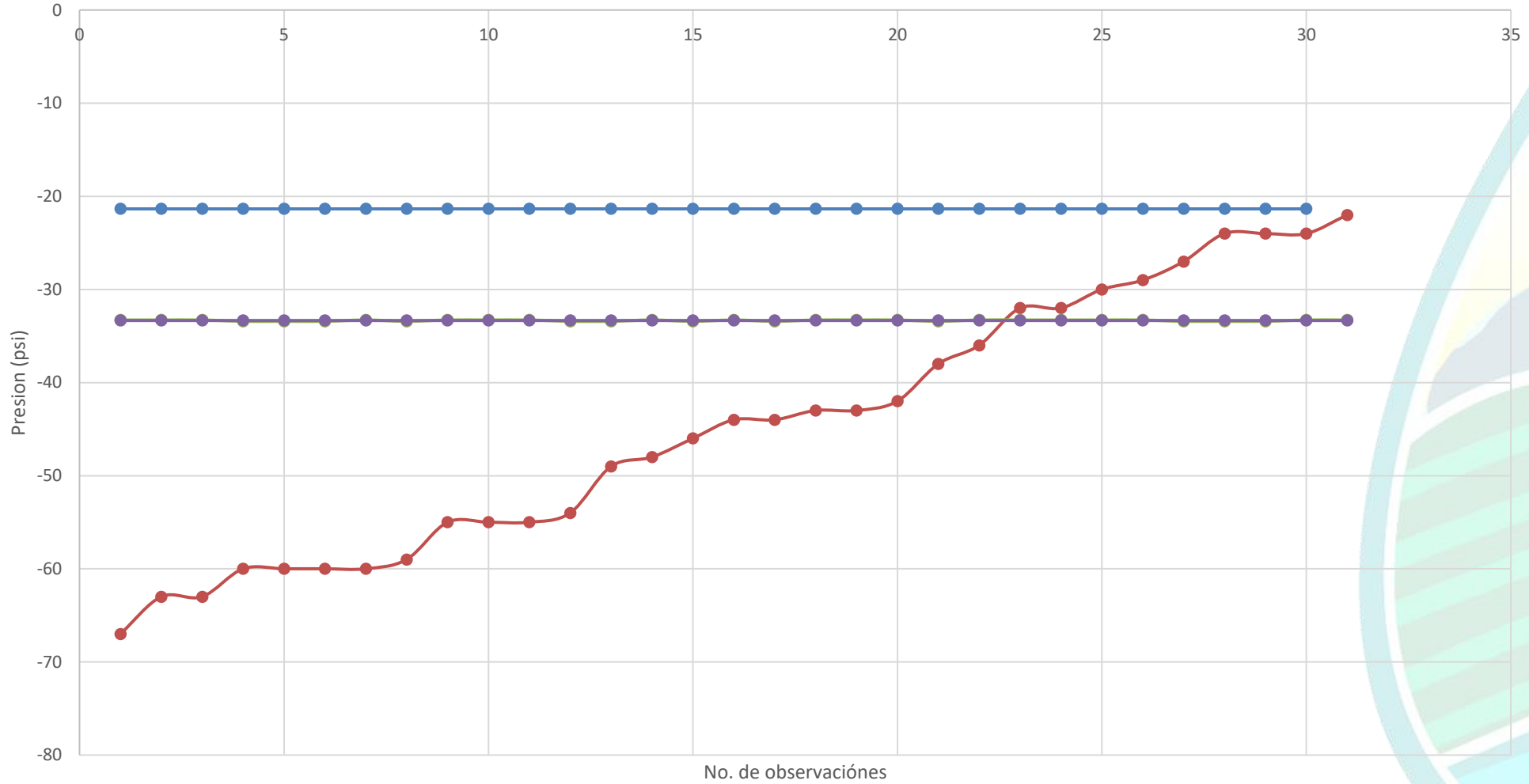
$$CUC = 70.27 \%$$





Resultados

CUC
R1



—●— Presión min —●— Registro en campo —●— Registro Valvula —●— Presion minima 2



Resultados

| ZONAS | Registro 1 |
|----------|------------|
| Área I | 661.385 |
| Área II | *** |
| Área III | 665.615 |

$$Ea = \left(\frac{\sum_A zona I}{zona I + zona III} \right) * 100$$

$$Ea = \left(\frac{661.385}{661.385 + 665.615} \right) * 100$$

$$Ea = 0.498406 * 100$$

$$Ea = 49.84\%$$

$$Er = \left(\frac{\sum_A zona I}{zona I + zona II} \right) * 100$$

$$Er = \left(\frac{661.385}{661.385} \right) * 100$$

$$Er = (1) * 100$$

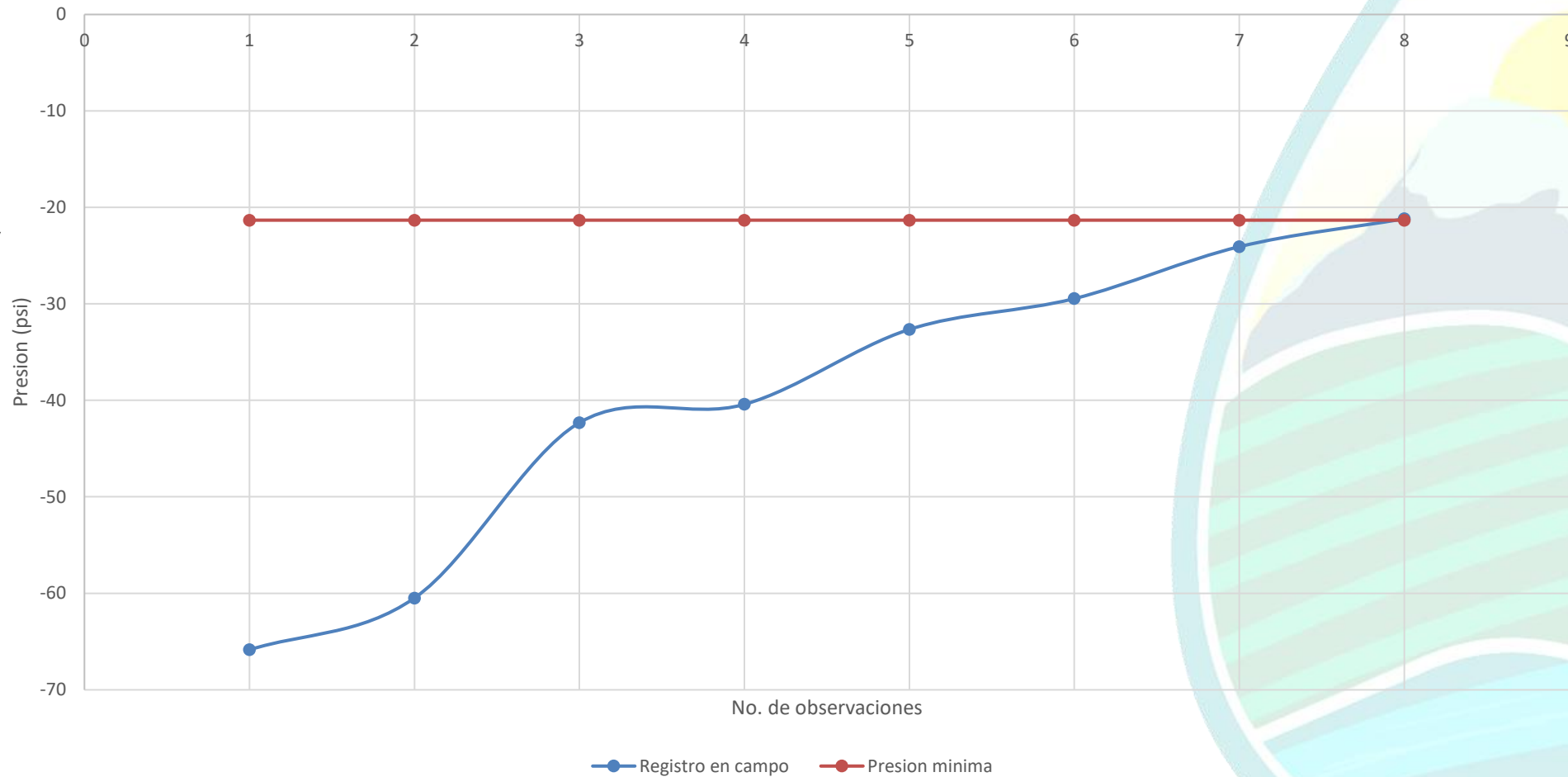
$$Er = 100\%$$



Resultados

Este registro consta de datos de todos los puntos críticos en horarios críticos, donde el usuario del macro sector del Valle demanda mayor cantidad de caudal y presión (horas pico).

CUC
Registro 6
22:00 hrs





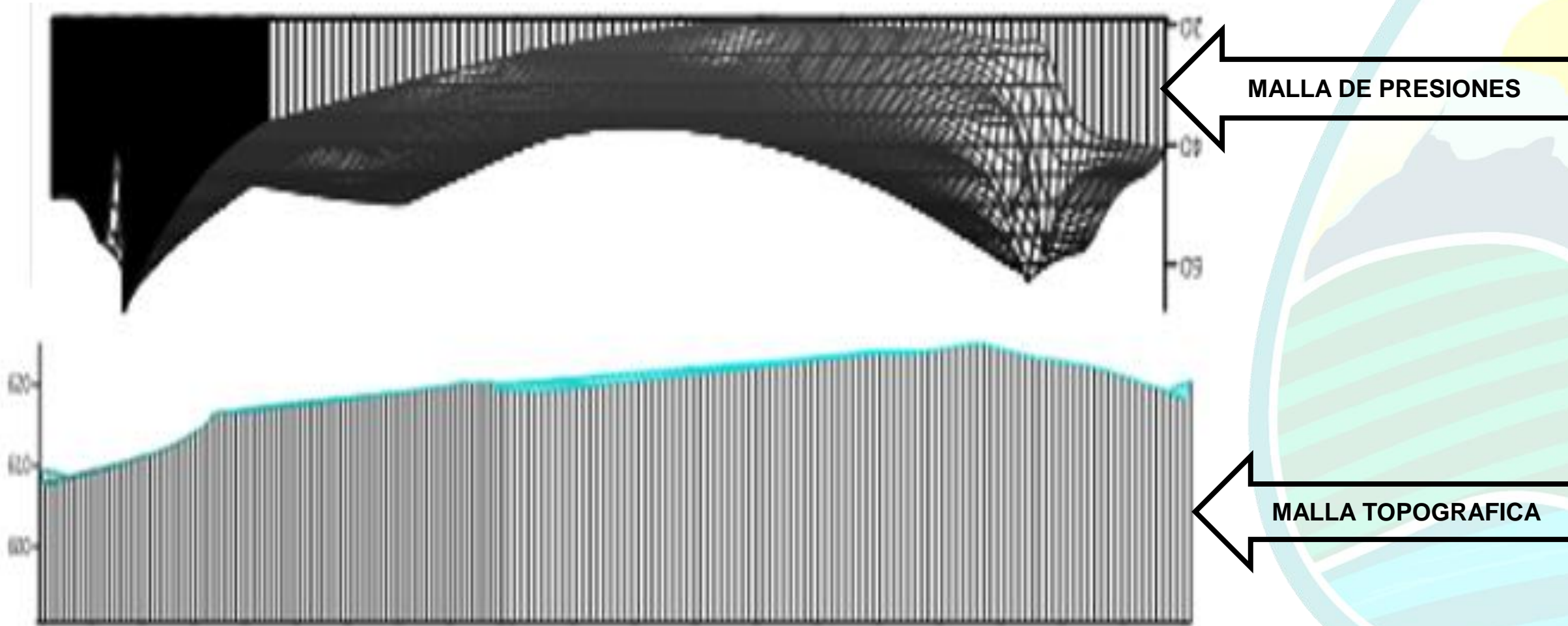
Resultados

| Zona | Registro 6 |
|----------------------------------|------------|
| Área I | 170.520548 |
| Área II | 0.159452 |
| Área III | 145.89515 |
| CUC | 67.84% |
| Eficiencia de aplicación (Ea) | 54% |
| Eficiencia de requerimiento (Er) | 99.90% |



Resultados

Se muestra la monta de la malla de presiones sobre la malla topográfica del registro 5.





REFERENCIAS

CNA. (2018). *Estadísticas Del Agua En México*. México.

SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY, 2015-2020





"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



¡GRACIAS!

JORGE DELGADO MEDINA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

 Jorge_uaaan@outlook.com

