



# Industria 4.0

Pablo de la Mora

Arthur Alves

Elizabeth Del Rio

*Cada persona en México consume en promedio 234  
litros de agua embotellada al año,  
generando 7 kilos anuales de residuos plásticos.*

---

-Clarity Bebederos



# Descripción del proyecto

---

El proyecto consiste en simular cuánta agua es consumida en un día para decidir si se debe de hacer la instalación de un bebedero o hacer compras de botellas de agua.



# PET en México

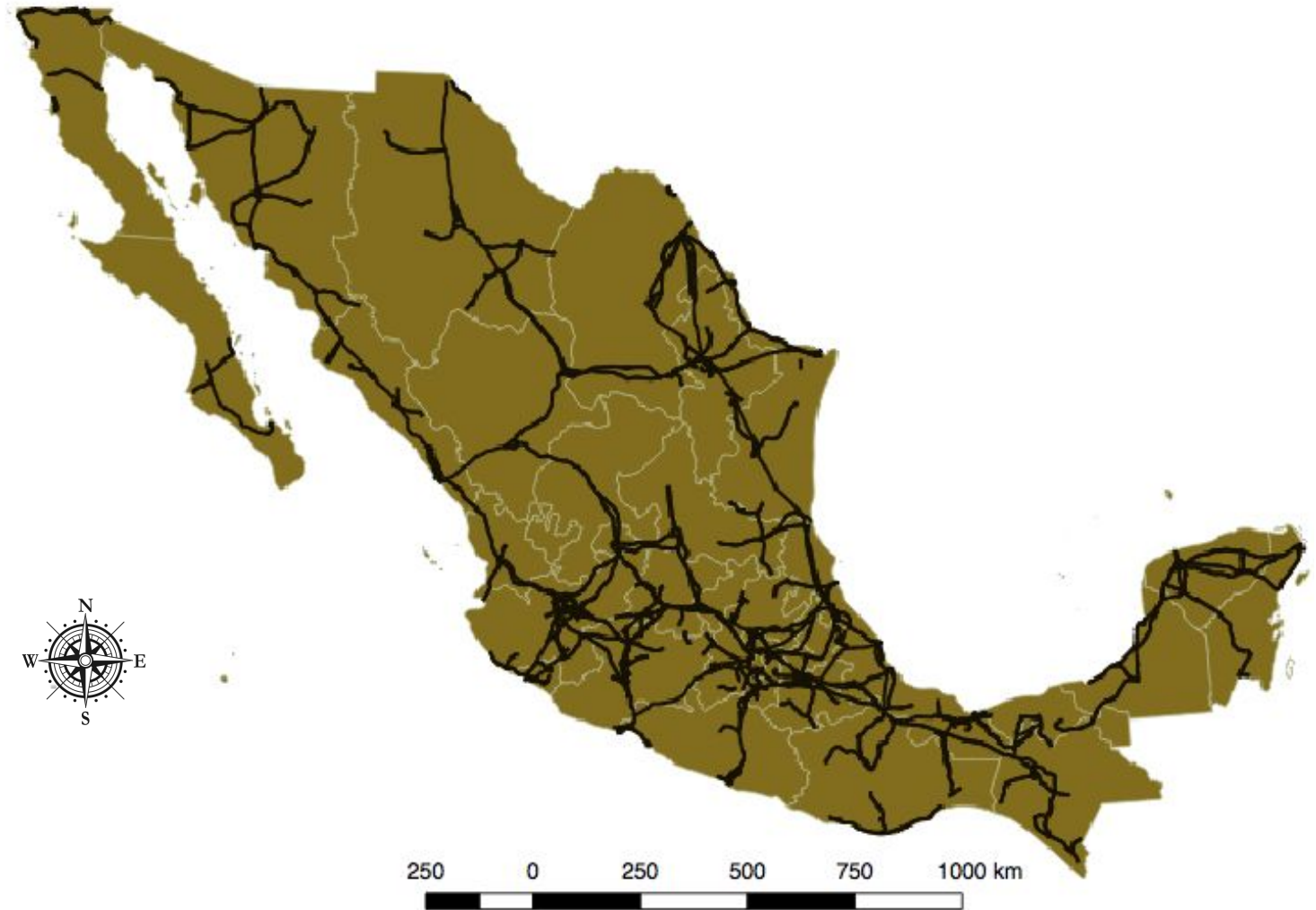
---

- De acuerdo a SEMARNAT, el consumo anual de PET en México es superior a 1,300,000 tons. convertidas en millones de botellas para agua o refrescos que tardan más de 300 años en degradarse.
- Se recupera solo el 50% de envases de PET; el resto no tiene una disposición adecuada.
- 200 toneladas de plástico equivale a 7.6 millones de botellas de agua.



# Red eléctrica en México

De acuerdo a datos del INEGI, una proyección de las líneas de transmisión en México, se vería de la siguiente manera. Del mismo modo que los ductos, las redes de transmisión son relevantes para la instalación de bebederos, ya que entre mayor proximidad a las mismas, menor el costo de instalación.



# Ductos de Agua.

De acuerdo a datos del INEGI, una proyección de tuberías de agua en México, se vería de la siguiente manera. Los ductos de agua son relevantes para la instalación de bebederos, ya que entre mayor proximidad a las mismas, menor el costo de instalación.



---

El precio de un bebedero en México varía bastante, pero para un bebedero de calidad como son los de Elkay, cuesta \$31,719.80. Este viene con un filtro que se tiene que cambiar aproximadamente cada 11,400 litros de agua.

Cada filtro de repuesto cuesta \$2,198.98.

Además de este costo, tiene el costo de instalación que se puede estimar en \$900.00 (6 horas de trabajo con una tarifa por hora de \$150.00)

---

1. <http://www.elkay.com/lzs8wslk>
2. <http://www.elkay.com/51300c>

Foto de Rosser1954 / Public domain





# Precio Estimado Botella de Agua 600 ml

Distribuidor	Descripción	Precio por botella al Mayoreo
BONAFONT	12 piezas = \$65.10 mxn	\$5.425 mxn
EPURA	12 piezas = \$60.00 mxn	\$5.00 mxn
CIEL	12 piezas = \$95.00 mxn	\$7.9 mxn
BONAFONT	12 piezas = \$75.00 mxn	\$6.25 mxn
EPURA	12 piezas = \$63.00 mxn	\$5.25 mxn
BONAFONT	24 piezas = \$94.00 mxn	\$3.91 mxn
	<i><b>promedio / botella</b></i>	<b>\$5.62 mxn</b>

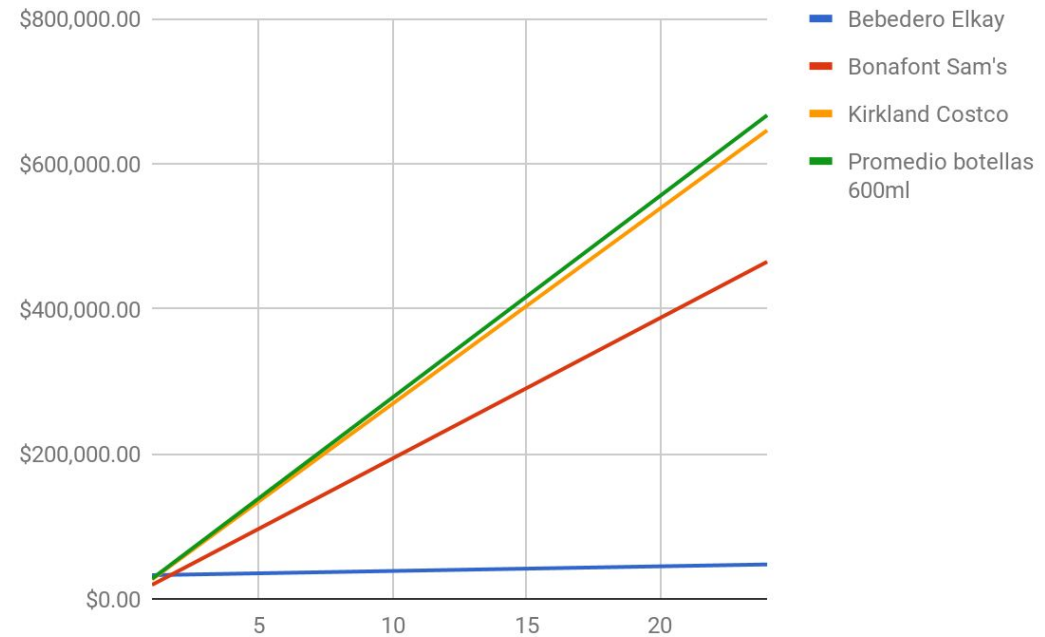
[https://pedidos.com/articulos/BONA-AGUA-600ML/agua-embotellada-bonafont-de-600-ml-sabor-natural-paquete-con-12-piezas.htm?qclid=CjwKAjw8r\\_XBRBkEiwAiWGLIL53rYtCWuEYNTI2diBZOYsNk7wUTXZGm-kidJG4GtcMn\\_DkzaeuKRocIJEQAvD\\_BwE](https://pedidos.com/articulos/BONA-AGUA-600ML/agua-embotellada-bonafont-de-600-ml-sabor-natural-paquete-con-12-piezas.htm?qclid=CjwKAjw8r_XBRBkEiwAiWGLIL53rYtCWuEYNTI2diBZOYsNk7wUTXZGm-kidJG4GtcMn_DkzaeuKRocIJEQAvD_BwE)  
<https://www.mayoreototal.mx/products/paquete-agua-epura-600-ml-12-piezas-pepsi>  
<https://www.mayoreototal.mx/products/paquete-agua-bonafont-600-ml-12-botellas-danone>  
[https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-603480467-pack-agua-epura-con-12-botellas-de-600-ml-ml-\\_JM#reco\\_item\\_pos=1&reco\\_backend=v2p-i2i-v2p-fbm-v2v-fbm-mp2v-v5&reco\\_backend\\_type=low\\_level&reco\\_client=vip-v2p&reco\\_id=26b8b4cd-6f99-43c2-89ed-3ab41e62d934](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-603480467-pack-agua-epura-con-12-botellas-de-600-ml-ml-_JM#reco_item_pos=1&reco_backend=v2p-i2i-v2p-fbm-v2v-fbm-mp2v-v5&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-v2p&reco_id=26b8b4cd-6f99-43c2-89ed-3ab41e62d934)  
[https://www.sams.com.mx/bebidas/agua-bonafont-24-pzas-600-ml/000244992?qclid=CjwKAjw8r\\_XBRBkEiwAiWGLIDj3xtELz8JQ5NEErfUSlaGzG\\_iG1CLCRchhbOltK\\_NK8xlemH-GFqBoCT3MQAvD\\_BwE](https://www.sams.com.mx/bebidas/agua-bonafont-24-pzas-600-ml/000244992?qclid=CjwKAjw8r_XBRBkEiwAiWGLIDj3xtELz8JQ5NEErfUSlaGzG_iG1CLCRchhbOltK_NK8xlemH-GFqBoCT3MQAvD_BwE)





## Visualización

Comparación de implementación de un bebedero en una empresa contra el uso de botellas de agua



Esta comparación es muy útil para una empresa que debe de decidir entre instalar bebederos o comprar botellas de agua para sus empleados. Usando la información de los datasets que tenemos, se hizo un estimado de cuanta agua se consumirá en un año y se estimaron costos de comprar botellas de agua y del uso de un bebedero. Hay un costo inicial mayor con la instalación de bebederos pero la inversión se compensa en el segundo mes cuando incluso el costo más bajo de litro de agua comprado en botellas se vuelve más caro que la operación de un bebedero. Cabe mencionar que el costo del bebedero incluye el precio de agua en México.



# Implicaciones

---

La decisión de pasar a consumir agua de bebederos y evitar agua embotellada tiene una implicación muy positiva para el medio ambiente. Además de este impacto positivo, cómo mostramos en la página anterior, en aspecto económico conviene mucho más!



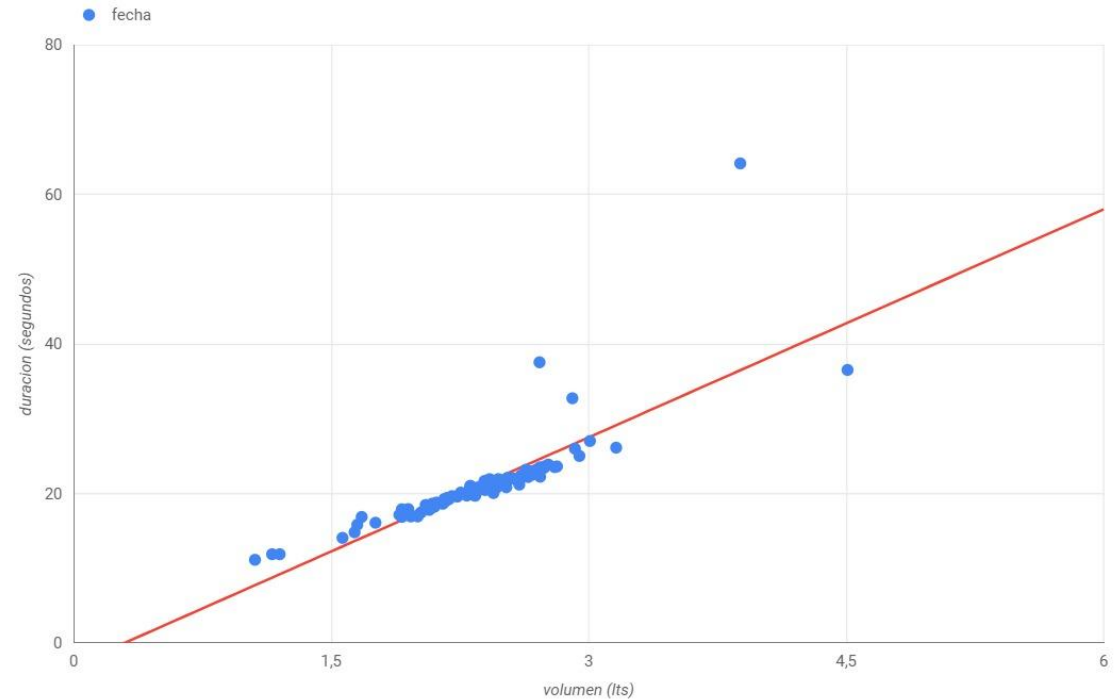
# Análisis de datos

---



## Gráfico 1

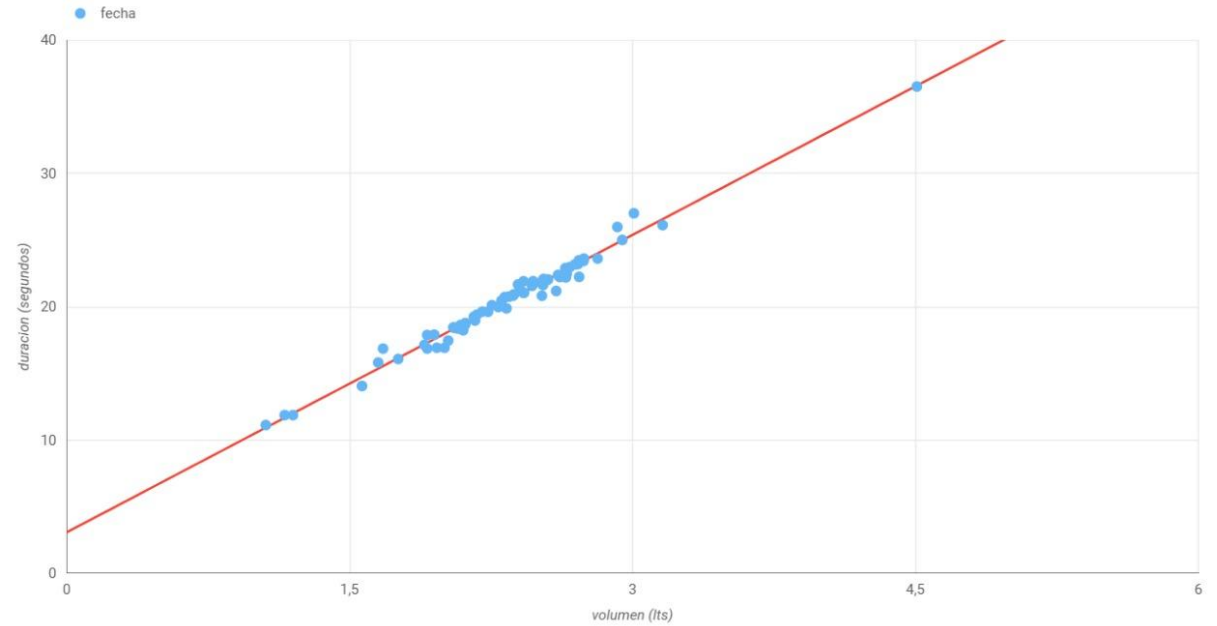
Volumen de  
agua  
consumido /  
Duración de  
uso



Los datos contenían la columna de volumen y duración, fue claro para nosotros que habría una relación lineal entre estos dos datos. Esta gráfica comprueba nuestra hipótesis, pero también nos indica que hay valores erróneos en los datos que pueden sesgar el entrenamiento.

## Gráfico 1.1

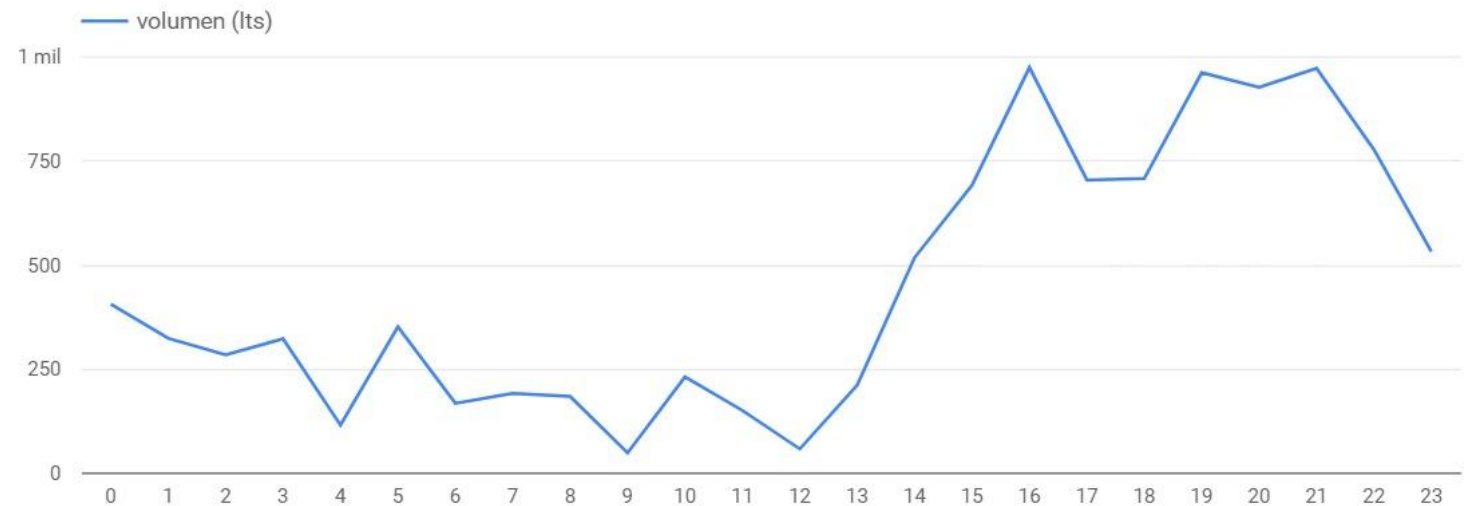
Volumen de  
agua  
consumido /  
Duración de  
uso  
(Corregidos)



Desde la gráfica anterior, se pudieron identificar los datos anómalos que no serían útiles para el análisis y se limpiaron. Se puede notar desde la línea roja como todos los datos se acoplan a una relación lineal como se esperaría.

## Gráfico 2

Consumo /  
Hora del día

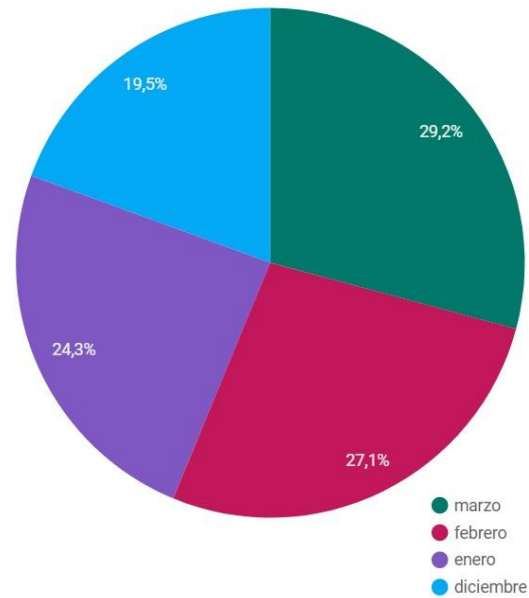
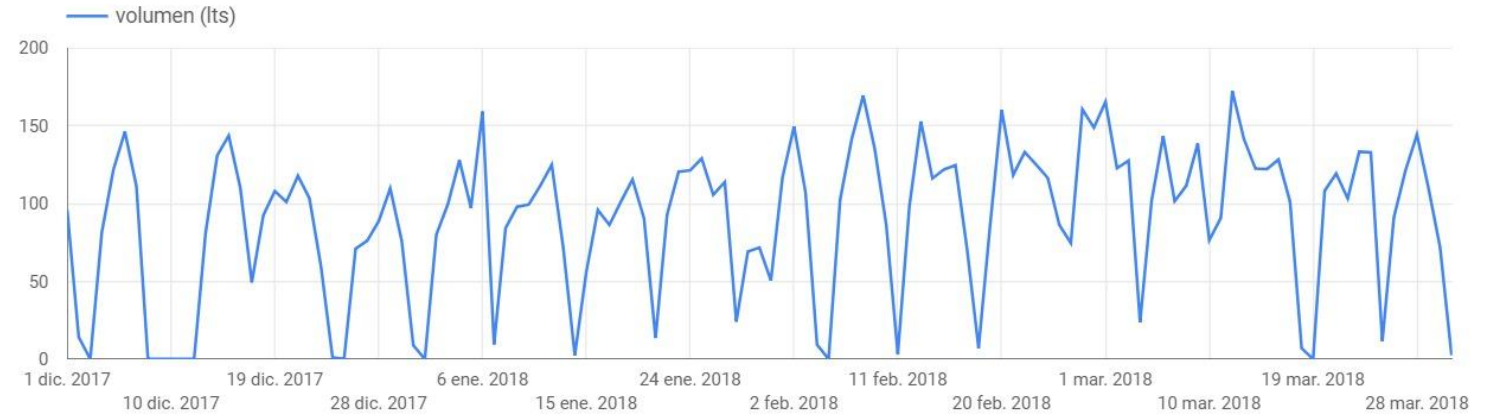


Esta gráfica muestra la relación entre la hora del día y el consumo promedio. se nota claramente que después de la 1 de la tarde el consumo es mucho mayor que en la mañana.



## Gráfico 3 y 4

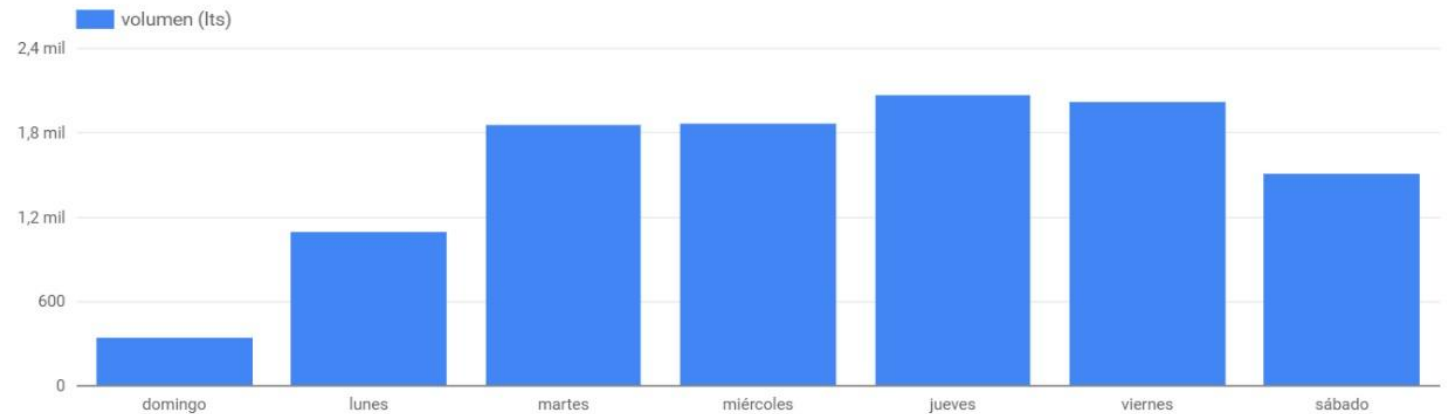
### Consumo en meses



Estas dos gráficas se agrupan porque ambas muestran el consumo a través de los meses. En la gráfica de arriba se nota como en fines de semana hay menor consumo en todos los meses y la gráfica de la izquierda muestra que cada vez se consume más agua de ese bebedero. Esto se debe al aumento de temperatura entre el mes de diciembre a marzo.

## Gráfico 5

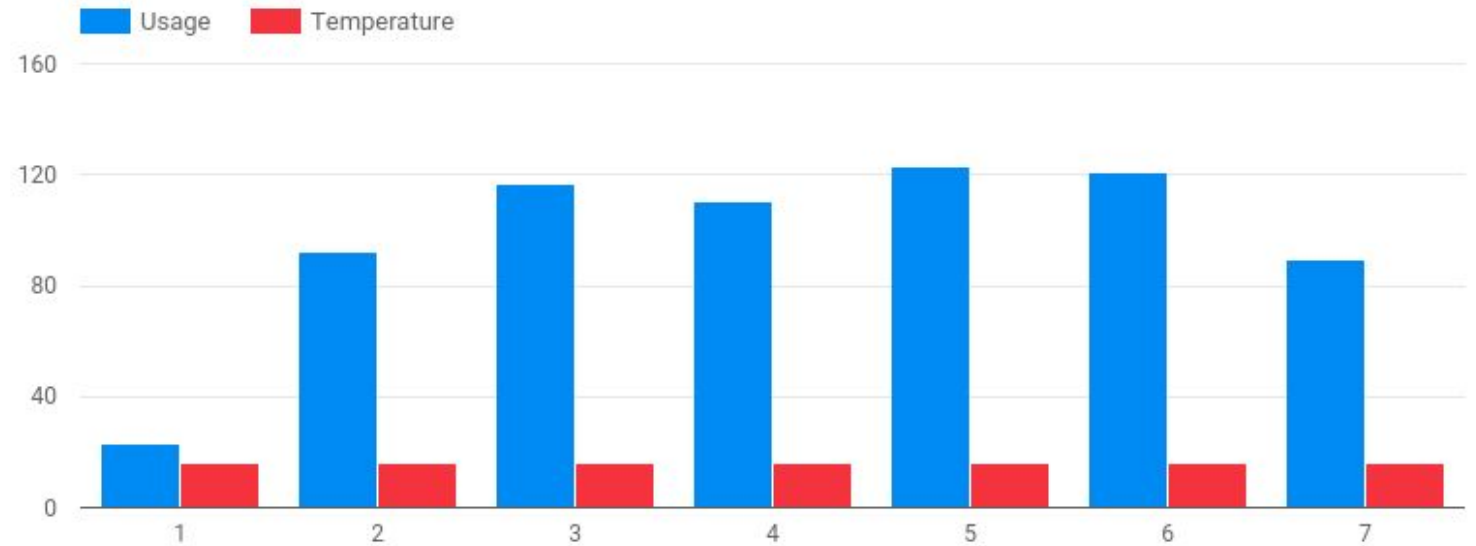
### Consumo / Día de la semana



Como se notó una importancia del día de la semana en el análisis anterior, esta gráfica compara el consumo de agua con el día de la semana. Se puede ver que entre martes y sábado hay un consumo alto, y en comparación el domingo casi no se consume. Esto es algo que el modelo deberá de poder reproducir.

## Gráfico 6

Volumen de  
agua y  
temperatura  
por día de la  
semana



Esta gráfica busca la relación entre la temperatura promedio y el consumo de agua para cada día de la semana. Los días están numerados del 1 al 7 (1 siendo domingo y 7 siendo sábado). No se ve muy bien la relación entre los datos en este análisis por las dimensiones de los datos.



# Modelo

---



# Selección de modelo

---

El tipo de entrenamiento que fue usado para crear el modelo de predicción fue el de regresión lineal multivariable. Se seleccionó este método de inteligencia artificial ya que es muy útil para predecir valores en el futuro dado información histórica.





# Entrenamiento del modelo

---

Se tomaron como datos para el entrenamiento el día de la semana (1 a 7) y la temperatura promedio del día (en grados centígrados) para predecir cuánta agua sería tomada en el bebedero ese día.





# Salida del modelo

---

Dado la temperatura promedio del día y el día de la semana en el que está, se corre el modelo de regresión lineal y el modelo le dice la predicción del volumen de agua consumido ese día en el bebedero.

# Conclusiones

---

Con base en el análisis de precios que se hizo, es muy claro que la mejor forma de obtener agua potable es con un bebedero y evitarse el uso de botellas de agua PET. El consumo de agua con botellas PET es muy costoso para cualquier negocio y también tiene un impacto negativo al medio ambiente demasiado alto para ser ignorado.

Acceso: El proyecto actualmente está hosteado en GCP en el sitio:

<http://arthur-alvesaf.github.io>