



RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUÍFERO EN EL VALLE DE ICA –PERÚ

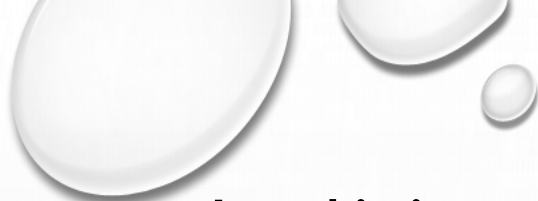
ING. ROBERTO NAVARRO VENEGAS

Recarga artificial

- Es una técnica compleja desde el punto de vista de ejecución, dado que la programación de las intervenciones fundamentadas en esta tecnología debería reservarse principalmente áreas, como así mismo la disponibilidad de aguas de excedencias y en la actualidad existe una corriente ambientalista que son ácidos críticos en el uso de los excedentes de las mismas al confundir la competitividad con el pequeño o mediano agricultor de la zona por el uso del agua.

SITUACION ACTUAL:

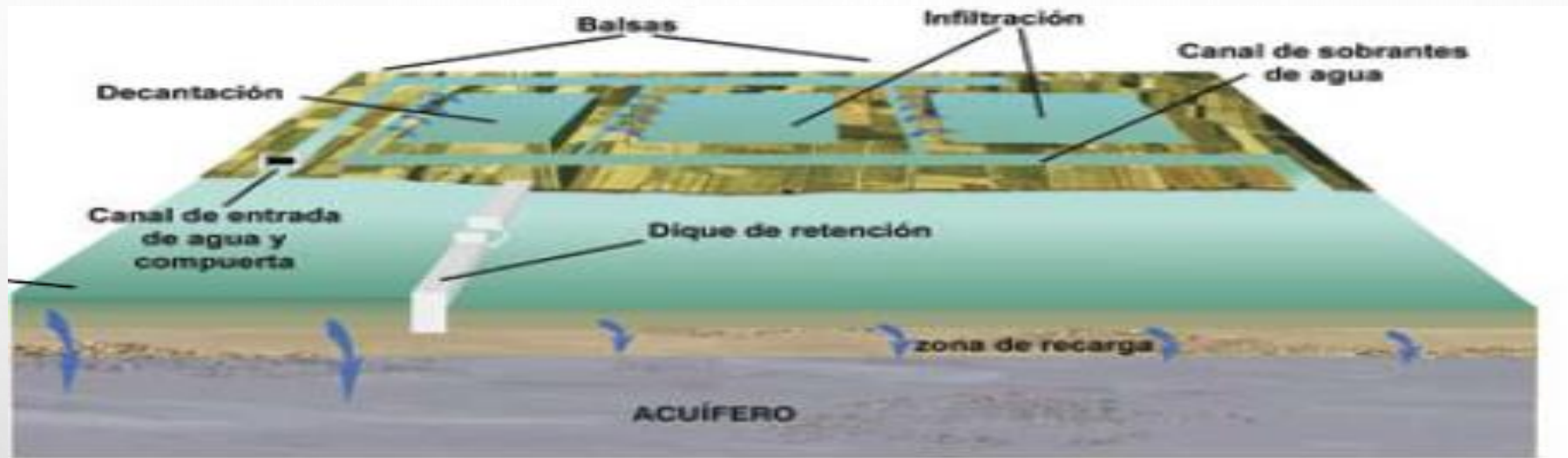
En los últimos tiempos luego de una explotación MUY intensa de agua subterránea por parte del sector agroexportador, una infraestructura de riego ineficiente y casi obsoleta, un deficiente manejo y distribución de las aguas superficiales, la reducción de áreas de cultivos mediante los riegos por gravedad, un cambio en el uso del suelo de rural a urbano, el alto crecimiento demográfico en la zona, el valle de Ica se ha convertido en una zona emblemática de una crisis hídrica y han inducido a la disminución de los niveles de la napa freática, por lo que desde entonces se busca hallar posibles soluciones como a su vez, es importante realizar gestiones de sostenibilidad del acuífero que permitan mitigar esta situación como a su vez realizar estrategias y una de ellas es realizar un proyecto de **recarga artificial**.



Los objetivos específicos que se pretenden conseguir son:

- 1. Realizar** la infiltración de acuíferos mediante sistemas de recarga artificial.
 - 2.** Reducción o eliminación del descenso de los niveles de la napa freática.
 - 3.** Encontrar la zona más adecuada para la realización de la recarga artificial dentro de la zona denominada roja por su marcado descenso de los niveles de la napa freática.
 - 4.** Desarrollar un modelo matemático de flujo en la zona de infiltración, que permita determinar el comportamiento de las aguas infiltradas y del acuífero circundante.
 - 5.** Restaurar un acuífero intensamente explotado al lograr la sostenibilidad del acuífero actual
- 

MODELO DE INFILTRACIÓN EN LAS POZAS DE RECARGA



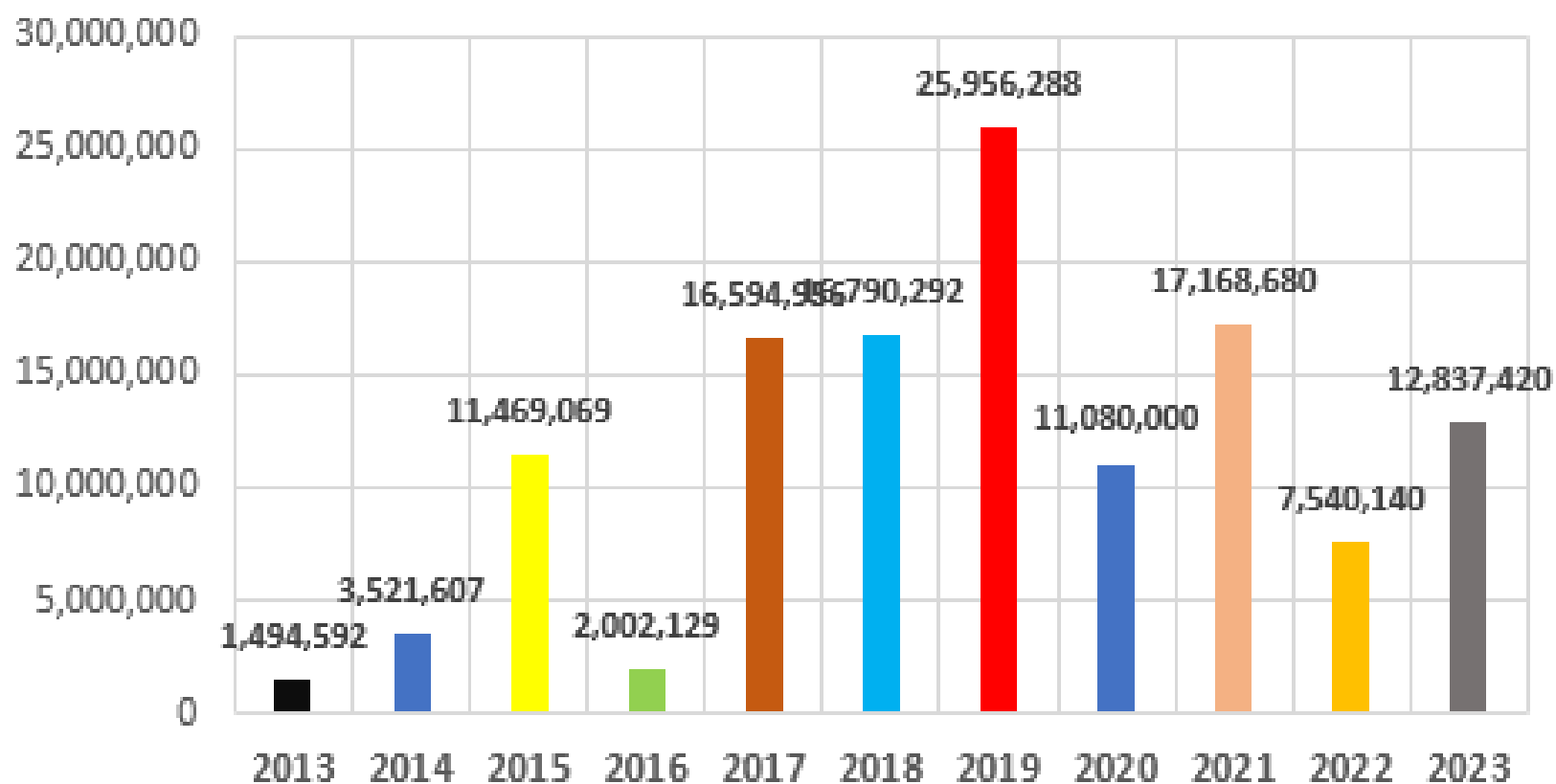


CUADRO RESUMEN DE LABORES DE RECARGA DEL ACUIFERO

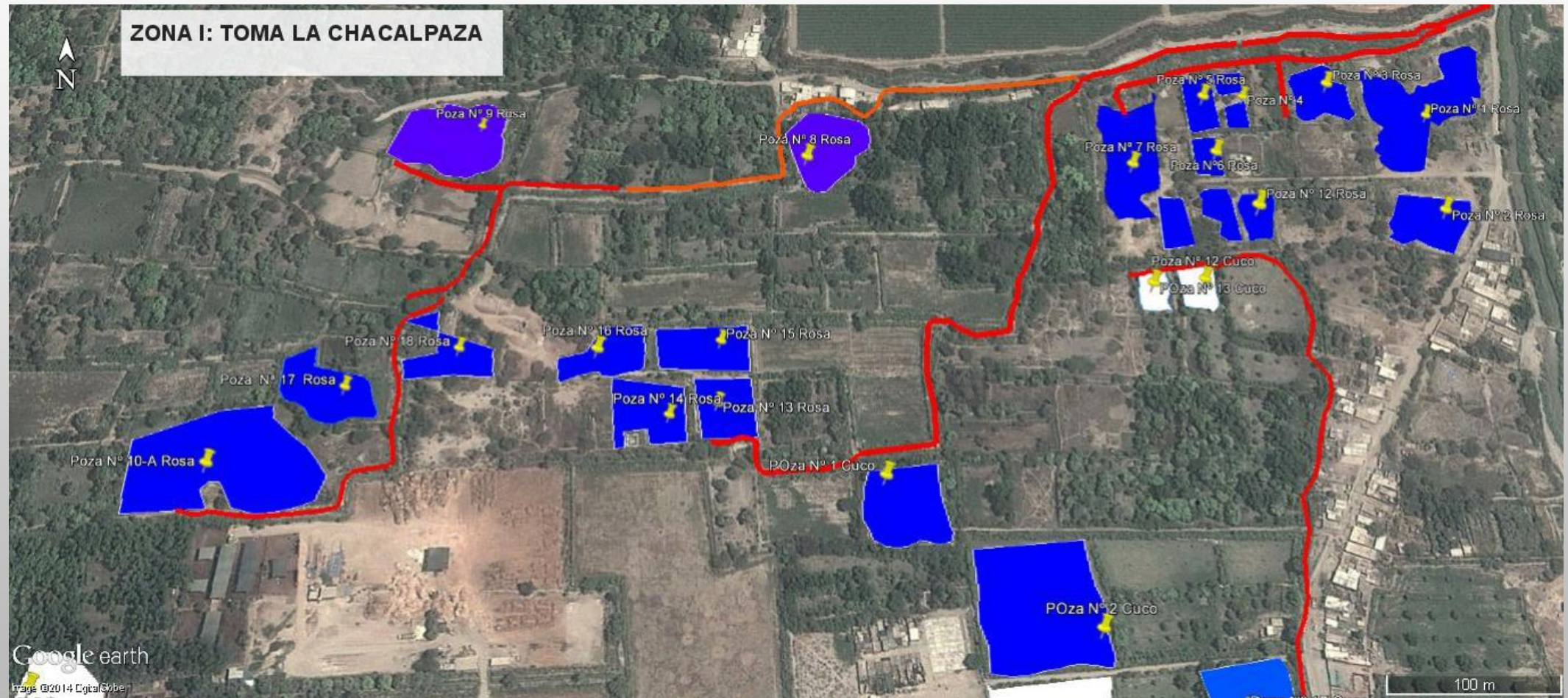
TOMA	1ª RECARGA		2º RECARGA		3 º RECARGA		4º RECARGA		5º RECARGA		6º RECARGA		VOLUMENES DE AGUAS MM3	
	03/12/2013 al 17/12 2013		18/12 al 04/01 2014		05/01 al 24/01		27/02 al 20/03		21/03 al 28/03		17/04 al 17/05			
	Volum. Tota	Vol. Infiltrad	Volum. Tota	Vol. Infiltrad	Volum. Tota	Vol. Infiltrad	Volum. Tota	Vol. Infiltrad	Volum. Tota	Vol. Infiltra	Volum. Tot	Vol. Infiltrad	Volum. Tota	Vol. Infiltrad
La Chacalpasa	117,324	117,132	74,016	73,571.90	230,400	229,017	54,144	53,819	42,768	42,511			518,652	516,051
La Vera	95,184	94,889	97,200	96,616.80	149,076	148,181	75,312	74,860	41,976	41,724	15,984	15,888	474,732	472,159
La Comunidad	38,880	38,809	51,876	51,564.70	90,687	90,143	102,024	101,411	51,012	50,705			334,479	332,633
La Cabrera	23,544	23,267	130,896	130,110.60	151,992	151,080	91,584	91,034	82,512	82,016	15,552	15,458	496,080	492,966
La Pongo	7,776	7,770	208,224	206,974.70	181,296	180,208	84,888	84,378	60,528	60,164			542,712	539,495
La Silva							158,544	157,592	131,760	130,969			290,304	288,561
La Huaman							491,616	488,666	198,720	197,527	72,576	72,510	762,912	758,703
La Chivillona							20,304	20,182	31,968	31,776			52,272	51,958
La Moron							34,128	33,923					34,128	33,923
Total	282,708	281,867	562,212	558,838.70	803,451	798,629	1,112,544	1,105,865	641,244	637,392	104,112	103,856	3,506,271	3,486,448

FECHA	VOLUMEN
2013	1,494,592
2014	3,521,607
2015	11,469,069
2016	2,002,129
2017	16,594,956
2018	16,790,292
2019	25,956,288
2020	11,080,000
2021	17,168,680
2022	7,540,140
2023	12,837,420

Volumen Anual Infiltrado



JUNTA DE USUARIOS DE AGUA SUBTERRANEA DEL VALLE DE ICA

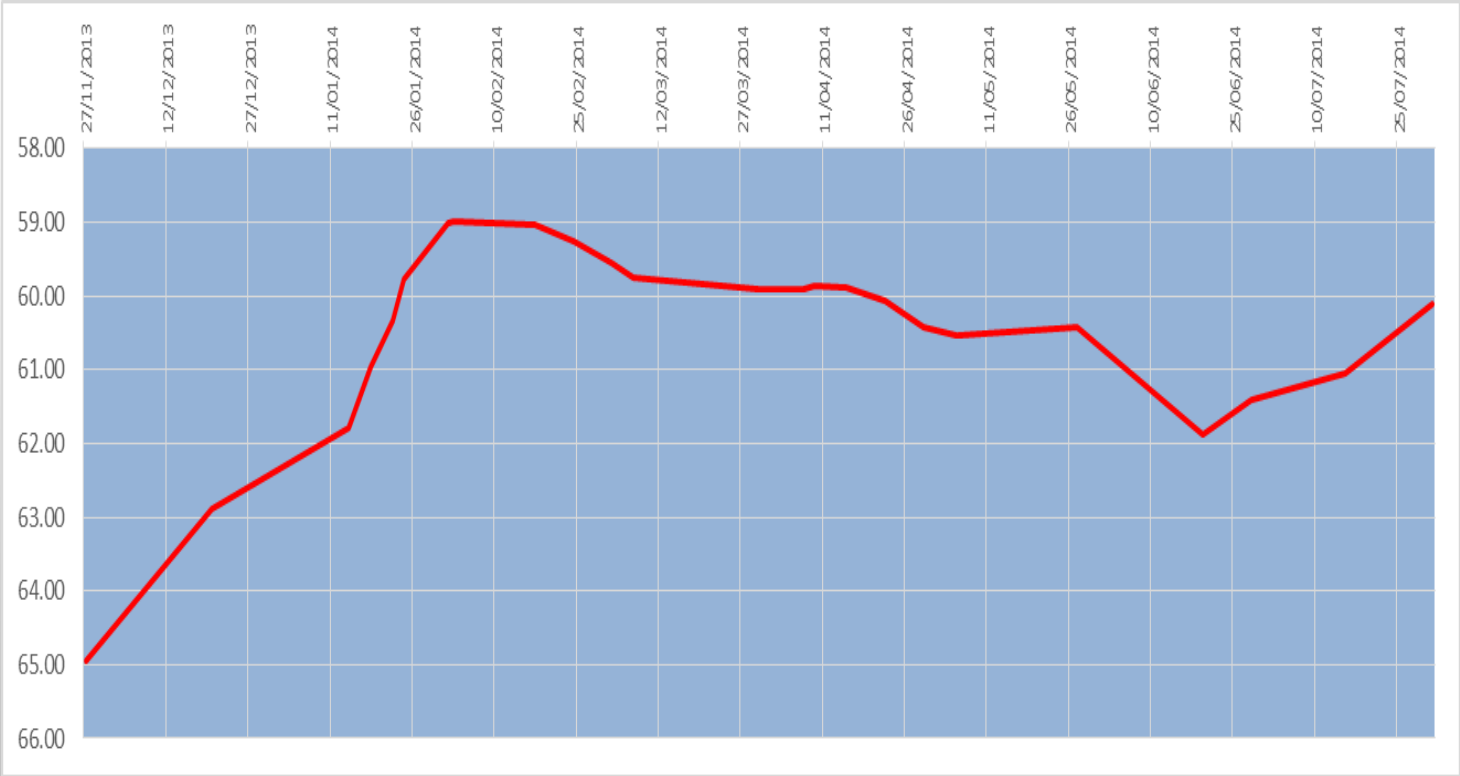


JUNTA DE USUARIOS DE AGUA SUBTERRANEA DEL VALLE DE ICA

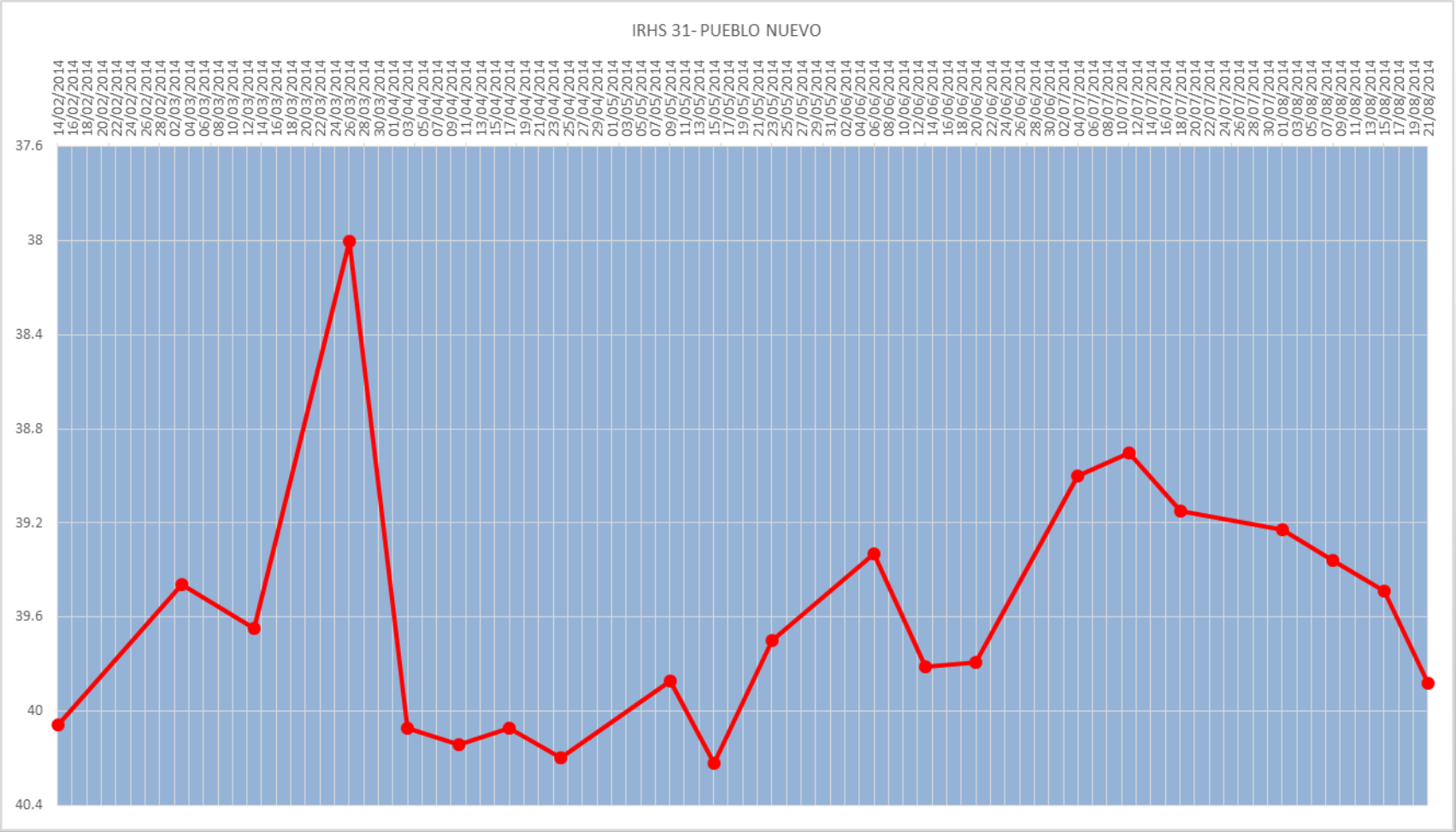
POZOS TESTIGOS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS POZAS DE RECARGA



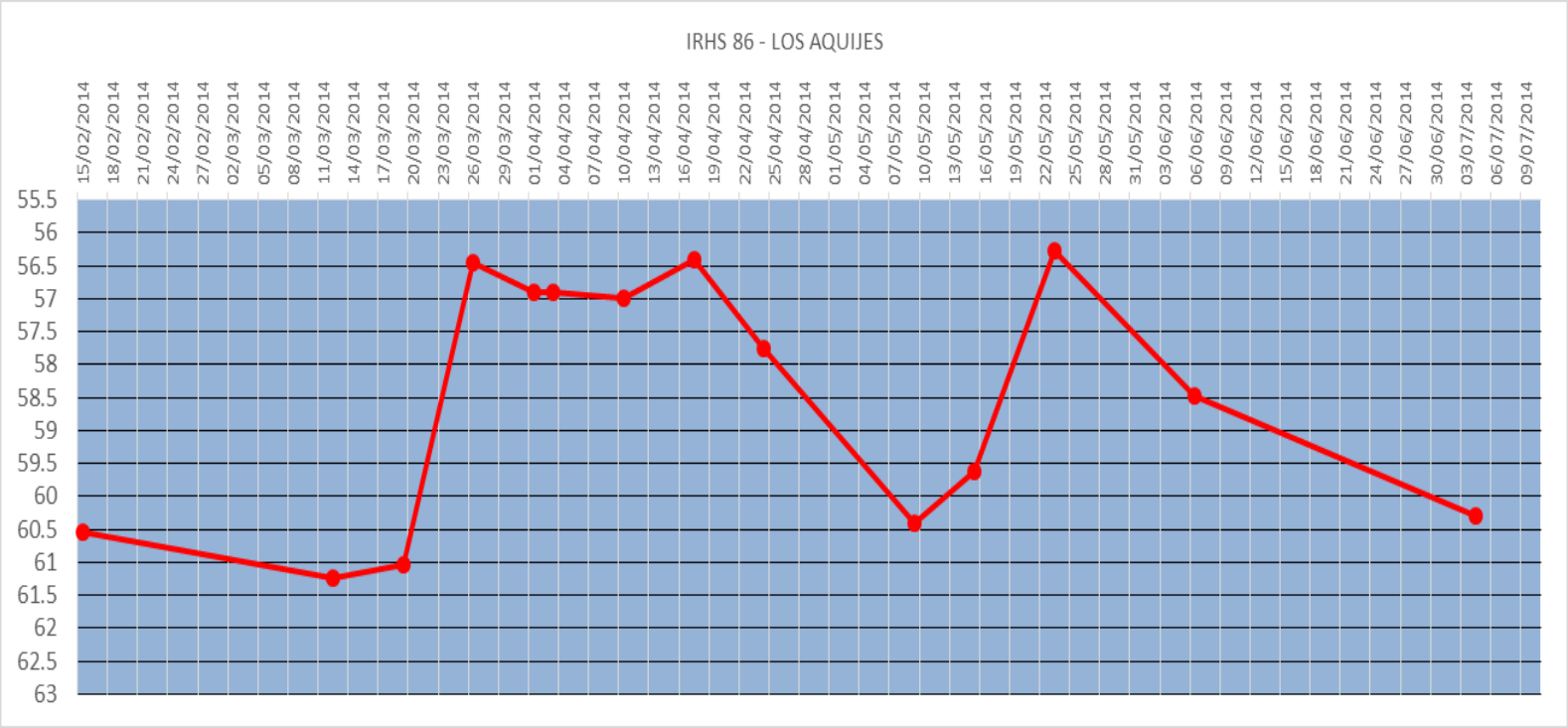
PUEBLO NUEVO						
IRH S	USUARIO	ESTAD O	ESTE	NORT E	FECHA	NIVEL ESTÁT ICO
11	AGROKASA	UTILIZADO	428182	8455051	27/11/2013	64.95
	AGROKASA		428182	8455051	20/12/2013	62.88
	AGROKASA		428182	8455051	14/01/2014	61.80
	AGROKASA		428182	8455051	18/01/2014	60.96
	AGROKASA		428182	8455051	22/01/2014	60.34
	AGROKASA		428182	8455051	24/01/2014	59.77
	AGROKASA		428182	8455051	01/02/2014	59.02
	AGROKASA		428182	8455051	02/02/2014	58.98
	AGROKASA		428182	8455051	17/02/2014	59.03
	AGROKASA		428182	8455051	24/02/2014	59.26
	AGROKASA		428182	8455051	03/03/2014	59.54
	AGROKASA		428182	8455051	07/03/2014	59.75
	AGROKASA		428182	8455051	30/03/2014	59.90
	AGROKASA		428182	8455051	07/04/2014	59.90
	AGROKASA		428182	8455051	09/04/2014	59.86
	AGROKASA		428182	8455051	15/04/2014	59.88
	AGROKASA		428182	8455051	22/04/2014	60.07
	AGROKASA		428182	8455051	29/04/2014	60.42
	AGROKASA		428182	8455051	05/05/2014	60.54
	AGROKASA		428182	8455051	27/05/2014	60.42
	AGROKASA		428182	8455051	19/06/2014	61.89
	AGROKASA		428182	8455051	28/06/2014	61.42
	AGROKASA		428182	8455051	15/07/2014	61.05
	AGROKASA		428182	8455051	31/07/2014	60.12



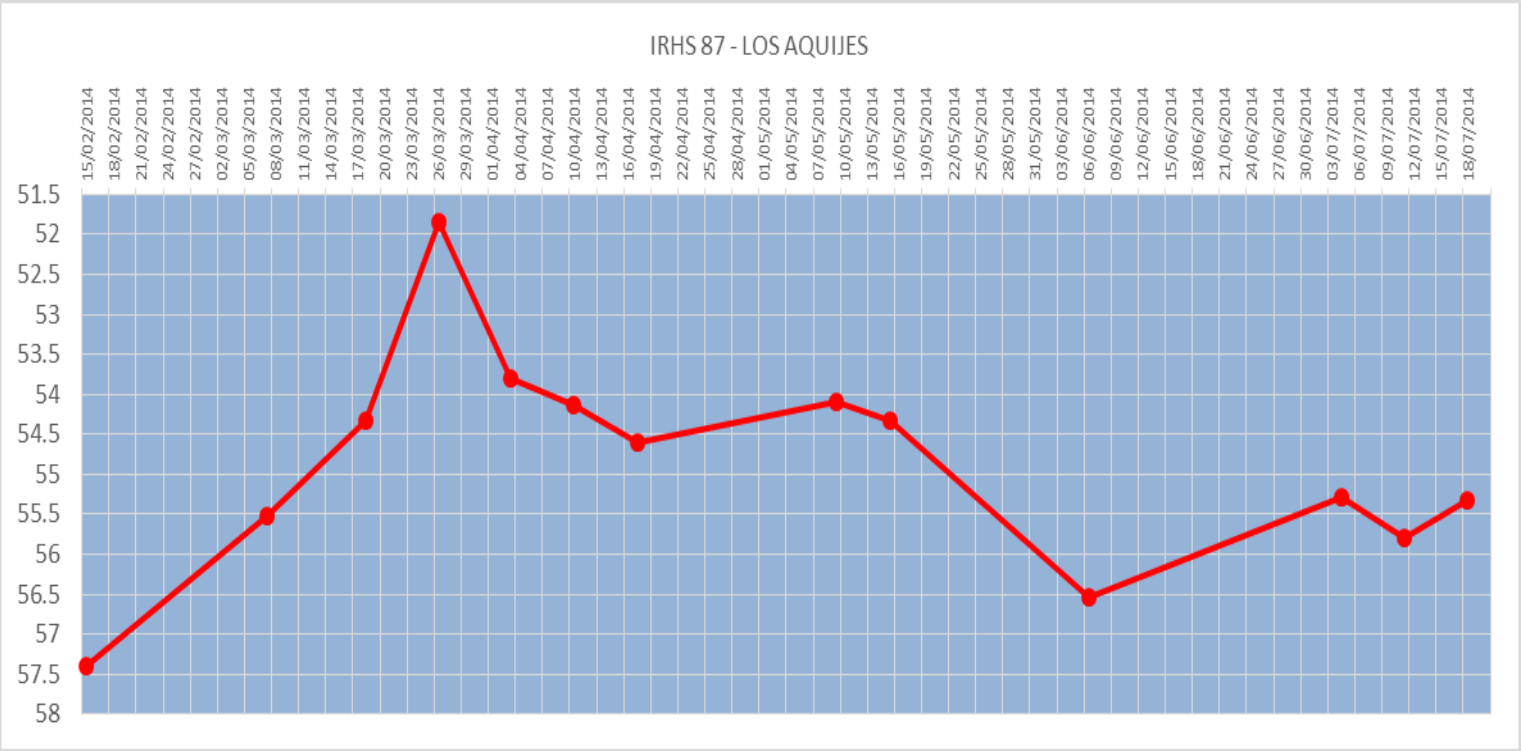
PUEBLO NUEVO						
IRHS	USUARIO	ESTADO	Coordenadas U.T.		FECHA	NIVEL ESTÁTICO
			ESTE	NORTE		
31	Suc. Efraina Benavides	Utilizado	423511	8439782	14/02/2014	40.06
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	03/03/2014	39.46
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	13/03/2014	39.65
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	26/03/2014	38.00
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	03/04/2014	40.07
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	10/04/2014	40.14
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	17/04/2014	40.07
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	24/04/2014	40.20
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	09/05/2014	39.87
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	15/05/2014	40.22
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	23/05/2014	39.70
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	06/06/2014	39.33
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	13/06/2014	39.81
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	20/06/2014	39.79
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	04/07/2014	39.00
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	11/07/2014	38.9
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	18/07/2014	39.15
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	01/08/2014	39.23
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	08/08/2014	39.36
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	15/08/2014	39.49
	Suc. Efraina Benavides		423511	8439782	21/08/2014	39.88



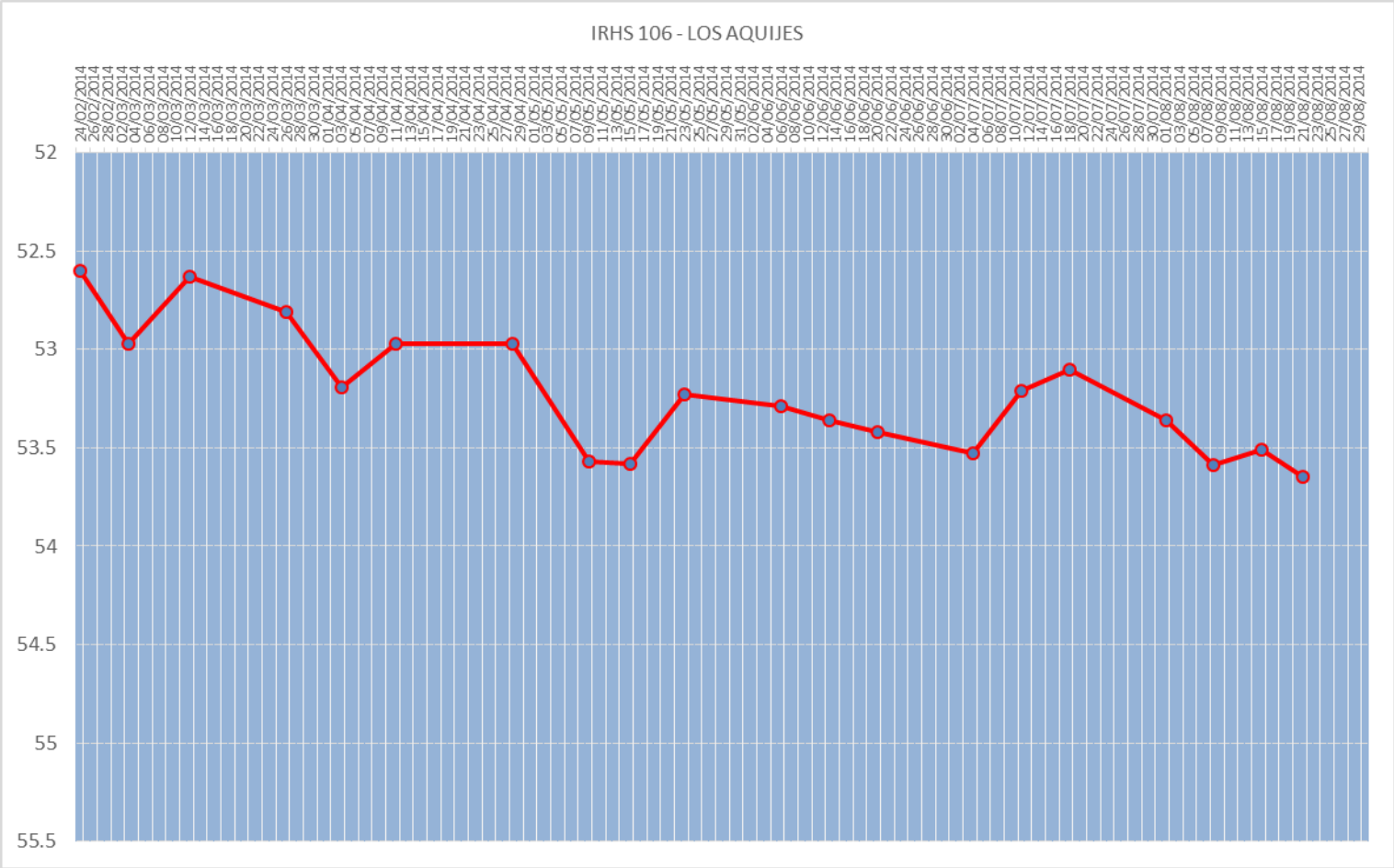
LOS AQUIJES						NIVEL ESTÁT ICO
IRHS	USUARIO	ESTADO	ESTE	NORTE	FECHA	
86	Agricola Chapi S.A	Utilizado	426235	8440631	15/02/2014	60.55
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	12/03/2014	61.24
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	19/03/2014	61.03
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	26/03/2014	56.45
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	01/04/2014	56.90
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	03/04/2014	56.90
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	10/04/2014	57.00
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	17/04/2014	56.40
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	24/04/2014	57.75
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	09/05/2014	60.40
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	15/05/2014	59.62
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	23/05/2014	56.27
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	06/06/2014	58.47
	Agricola Chapi S.A		426235	8440631	04/07/2014	60.30



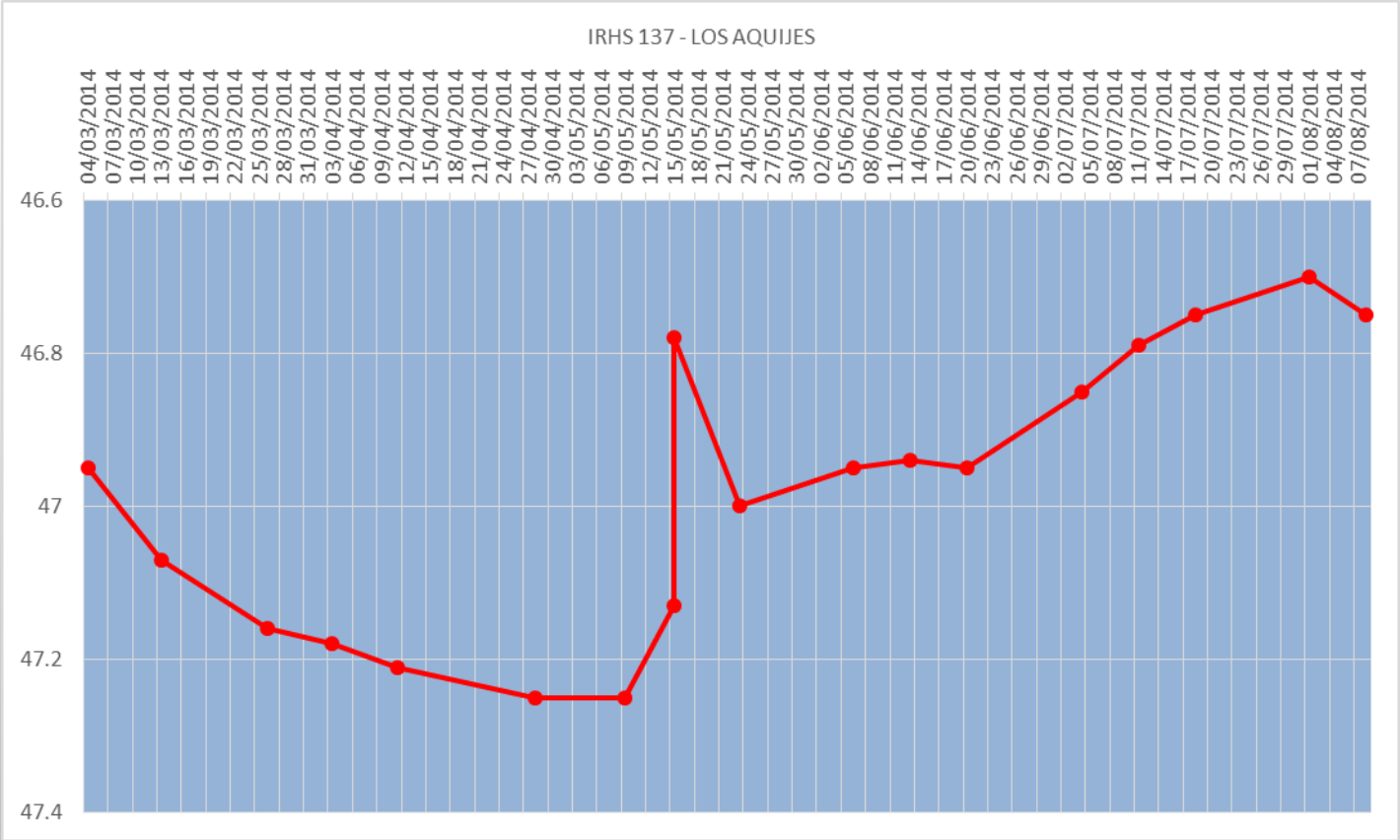
IRHS	USUARIO	ESTADO	ESTE	NORTE	FECHA	NIVEL ESTÁTICO
87	Agricola Chapi S.A	Utilizado	425921	8440588	15/02/2014	57.4
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	07/03/2014	55.52
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	18/03/2014	54.32
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	26/03/2014	51.84
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	03/04/2014	53.80
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	10/04/2014	54.14
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	17/04/2014	54.61
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	09/05/2014	54.10
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	15/05/2014	54.32
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	06/06/2014	56.54
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	04/07/2014	55.28
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	11/07/2014	55.80
	Agricola Chapi S.A		425921	8440588	18/07/2014	55.33



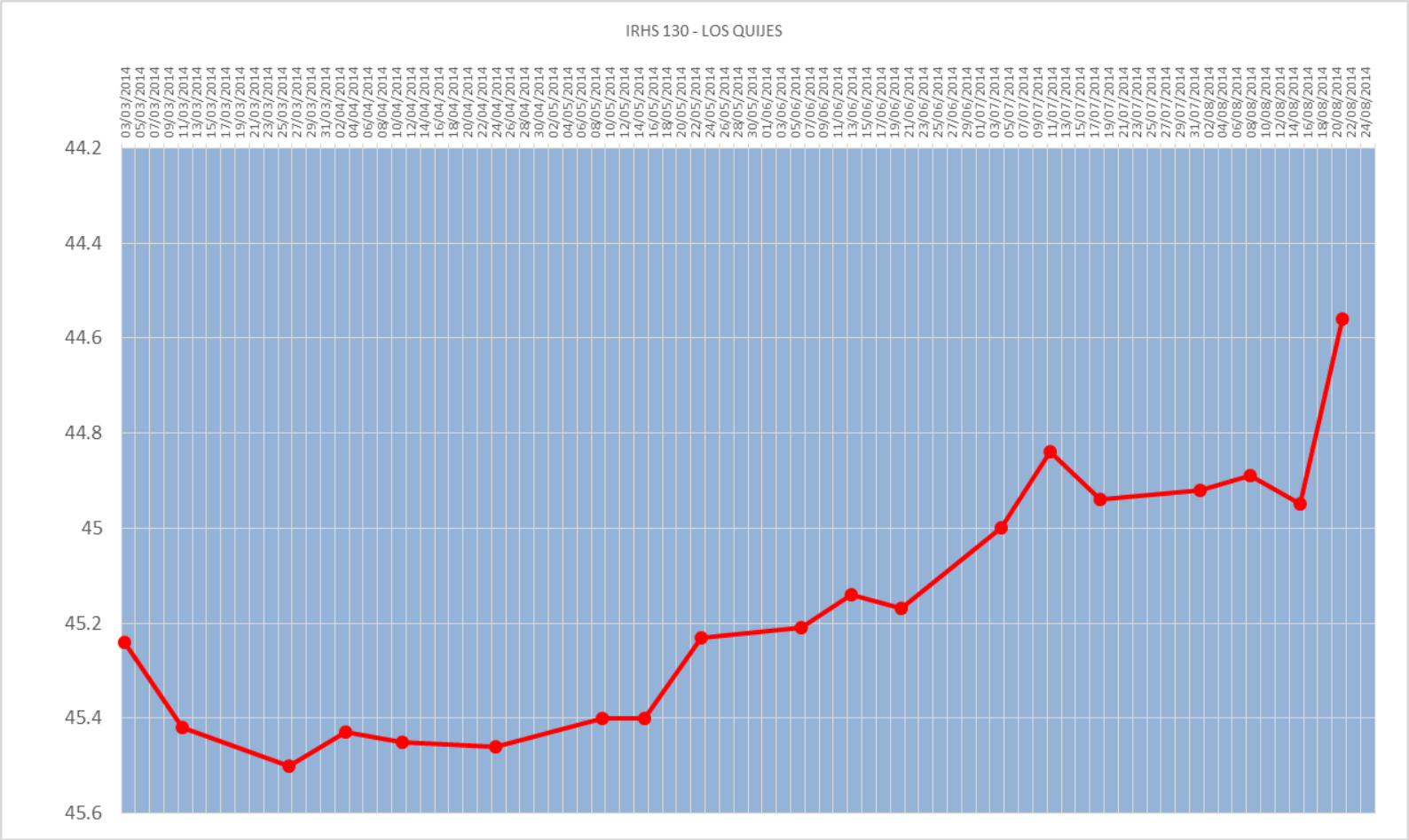
IRHS	USUARIO	ESTADO	ESTE	NORTE	FECHA	NIVEL ESTÁTIC O
106	PIGA S.A	Utilizado	425774	8440376	24/02/2014	52.6
	PIGA S.A		425774	8440376	03/03/2014	52.97
	PIGA S.A		425774	8440376	12/03/2014	52.63
	PIGA S.A		425774	8440376	26/03/2014	52.81
	PIGA S.A		425774	8440376	03/04/2014	53.19
	PIGA S.A		425774	8440376	11/04/2014	52.97
	PIGA S.A		425774	8440376	28/04/2014	52.97
	PIGA S.A		425774	8440376	09/05/2014	53.57
	PIGA S.A		425774	8440376	15/05/2014	53.58
	PIGA S.A		425774	8440376	23/05/2014	53.23
	PIGA S.A		425774	8440376	06/06/2014	53.29
	PIGA S.A		425774	8440376	13/06/2014	53.36
	PIGA S.A		425774	8440376	20/06/2014	53.42
	PIGA S.A		425774	8440376	04/07/2014	53.53
	PIGA S.A		425774	8440376	11/07/2014	53.21
	PIGA S.A		425774	8440376	18/07/2014	53.10
	PIGA S.A		425774	8440376	01/08/2014	53.36
	PIGA S.A		425774	8440376	08/08/2014	53.59
	PIGA S.A		425774	8440376	15/08/2014	53.51
	PIGA S.A		425774	8440376	21/08/2014	53.65



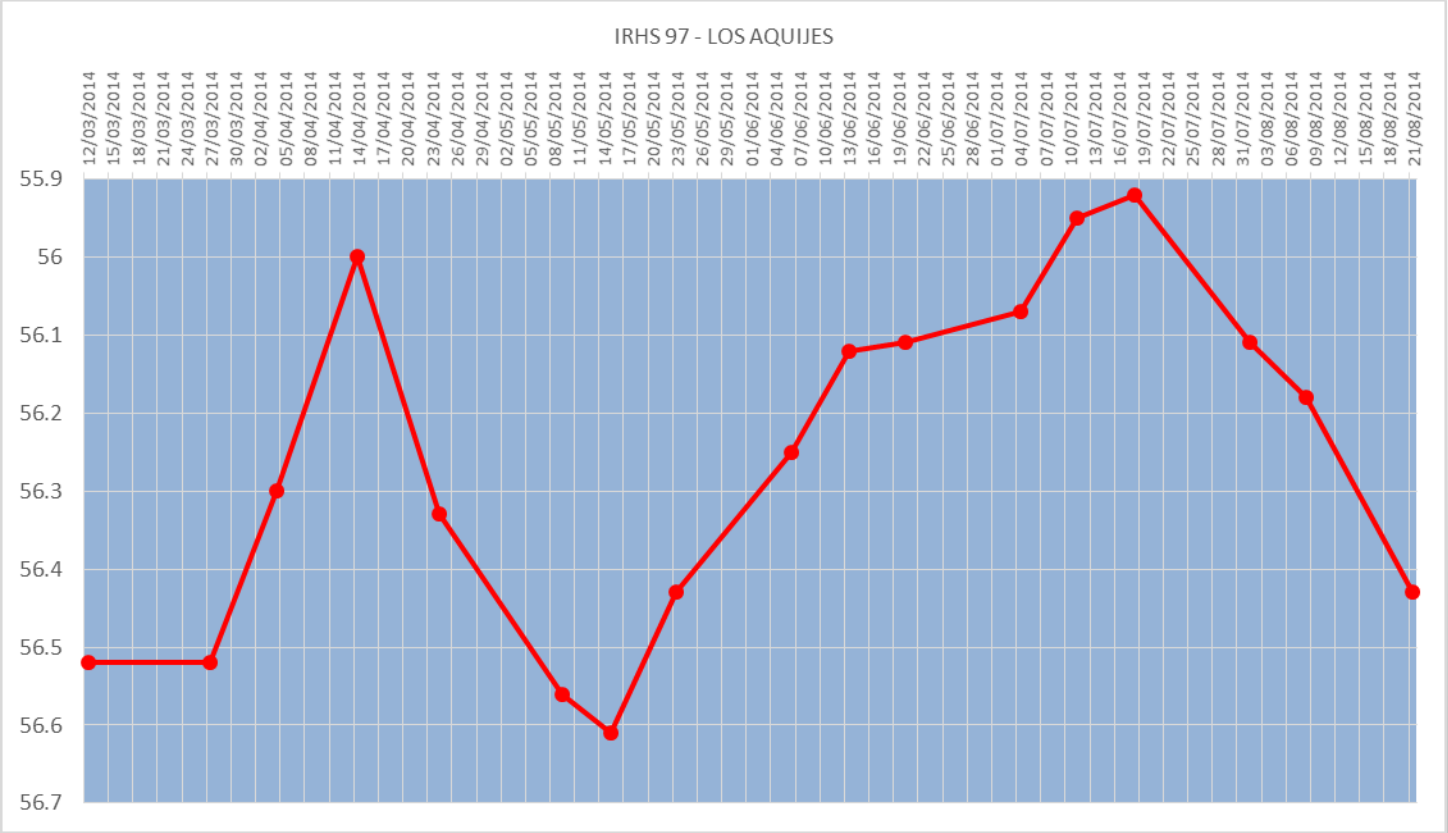
IRHS	USUARIO	ESTADO	ESTE	NORTE	FECHA	NIVEL ESTÁTICO
137	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ	Utilizado	424622	8441849	04/03/2014	46.95
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	13/03/2014	47.07
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	26/03/2014	47.16
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	03/04/2014	47.18
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	11/04/2014	47.21
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	28/04/2014	47.25
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	09/05/2014	47.25
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	15/05/2014	47.13
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	23/05/2014	47.00
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	06/06/2014	46.95
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	13/06/2014	46.94
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	20/06/2014	46.95
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	04/07/2014	46.85
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	11/07/2014	46.79
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	18/07/2014	46.75
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	01/08/2014	46.70
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	08/08/2014	46.75
	FREDY AGUSTIN GUTIERREZ		424622	8441849	15/05/2014	46.78



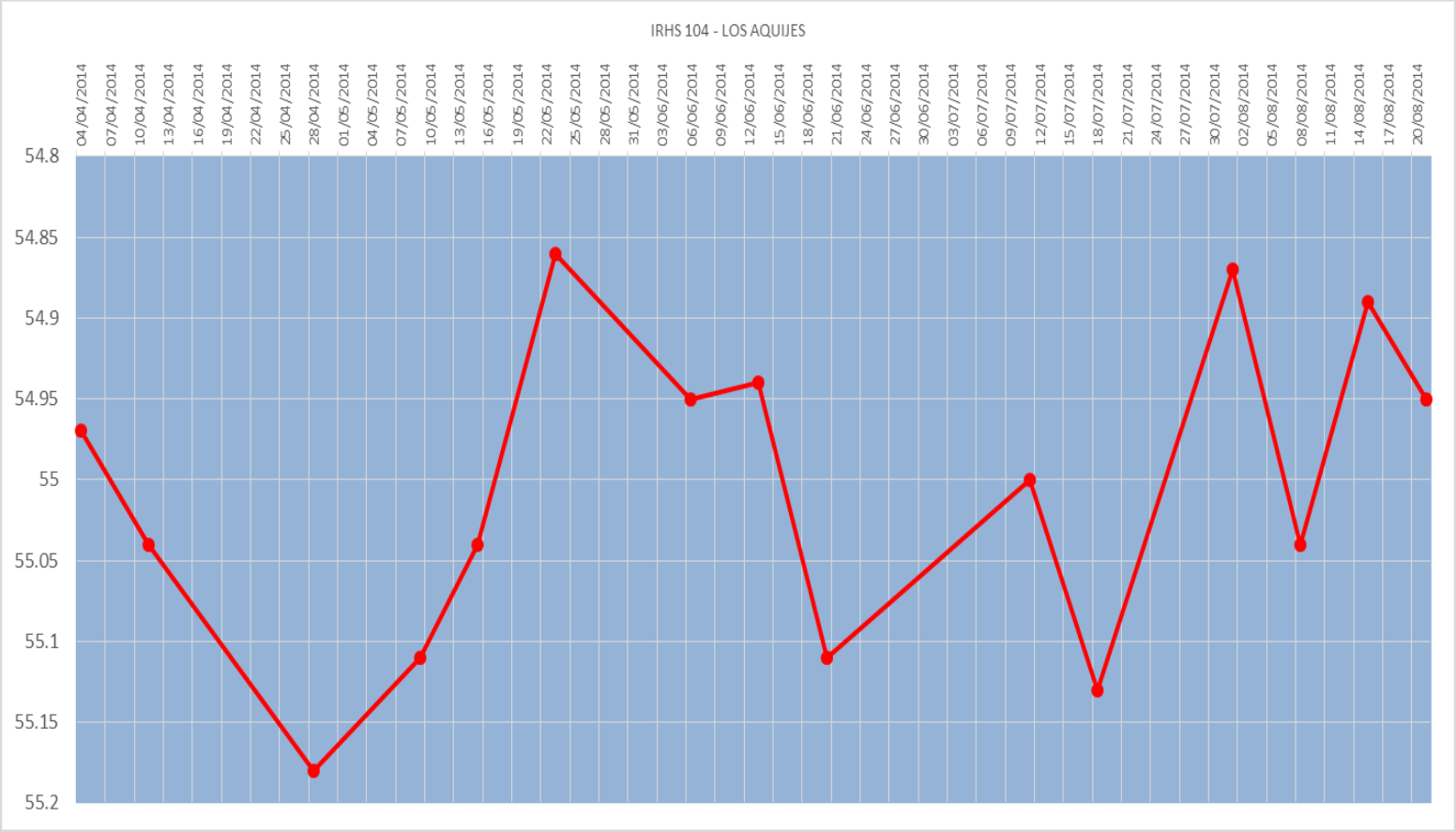
IRHS	USUARIO	ESTADO	ESTE	NORTE	FECHA	NIVEL ESTÁTIC O
130	SANTOS VENTURA ANTONIO	Utilizado	424300	8441691	03/03/2014	45.24
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	11/03/2014	45.42
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	26/03/2014	45.5
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	03/04/2014	45.43
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	11/04/2014	45.45
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	24/04/2014	45.46
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	09/05/2014	45.40
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	15/05/2014	45.40
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	23/05/2014	45.23
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	06/06/2014	45.21
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	13/06/2014	45.14
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	20/06/2014	45.17
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	04/07/2014	45.00
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	11/07/2014	44.84
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	18/07/2014	44.94
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	01/08/2014	44.92
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	08/08/2014	44.89
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	15/08/2014	44.95
	SANTOS VENTURA ANTONIO		424300	8441691	21/08/2014	44.56



IRHS	USUARIO	ESTADO	ESTE	NORTE	FECHA	NIVEL ESTÁTICO
97	AGRICOLA CHAPI	Utilizabl	425875	8440092	12/03/2014	56.52
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	27/03/2014	56.52
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	04/04/2014	56.3
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	14/04/2014	56
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	24/04/2014	56.33
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	09/05/2014	56.56
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	15/05/2014	56.61
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	23/05/2014	56.43
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	06/06/2014	56.25
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	13/06/2014	56.12
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	20/06/2014	56.11
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	04/07/2014	56.07
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	11/07/2014	55.95
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	18/07/2014	55.92
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	01/08/2014	56.11
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	08/08/2014	56.18
	AGRICOLA CHAPI		425875	8440092	21/08/2014	56.43



IRHS	USUARIO	ESTADO	ESTE	NORTE	FECHA	NIVEL ESTÁTIC O
104	Empresa El Pedregal S.A.	Utilizado	425488	8441844	27/02/2014	54.86
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	04/04/2014	54.97
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	11/04/2014	55.04
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	28/04/2014	55.18
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	09/05/2014	55.11
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	15/05/2014	55.04
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	23/05/2014	54.86
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	06/06/2014	54.95
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	13/06/2014	54.94
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	20/06/2014	55.11
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	11/07/2014	55.00
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	18/07/2014	55.13
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	01/08/2014	54.87
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	08/08/2014	55.04
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	15/08/2014	54.89
	Empresa El Pedregal S.A.		425488	8441844	21/08/2014	54.95

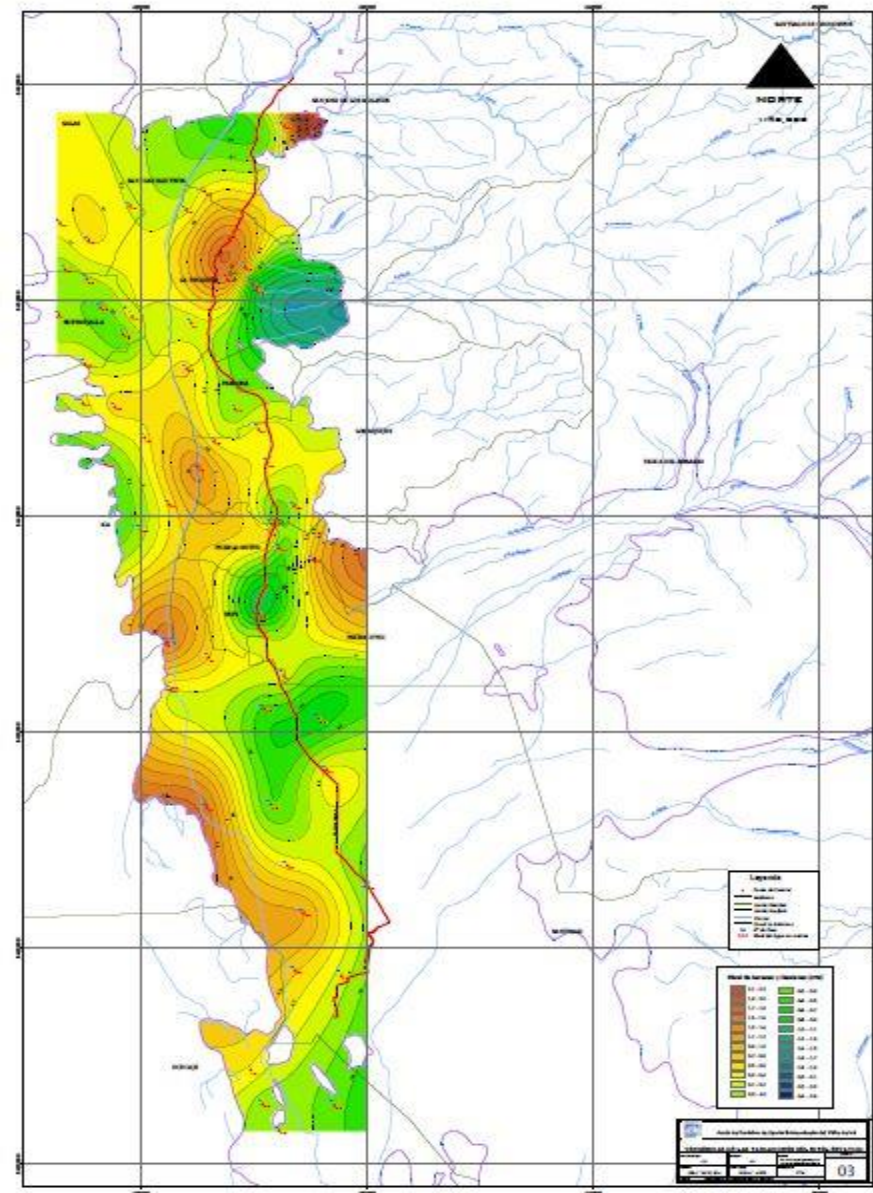


JUNTA DE USUARIOS DE AGUA SUBTERRANEA DEL VALLE DE ICA

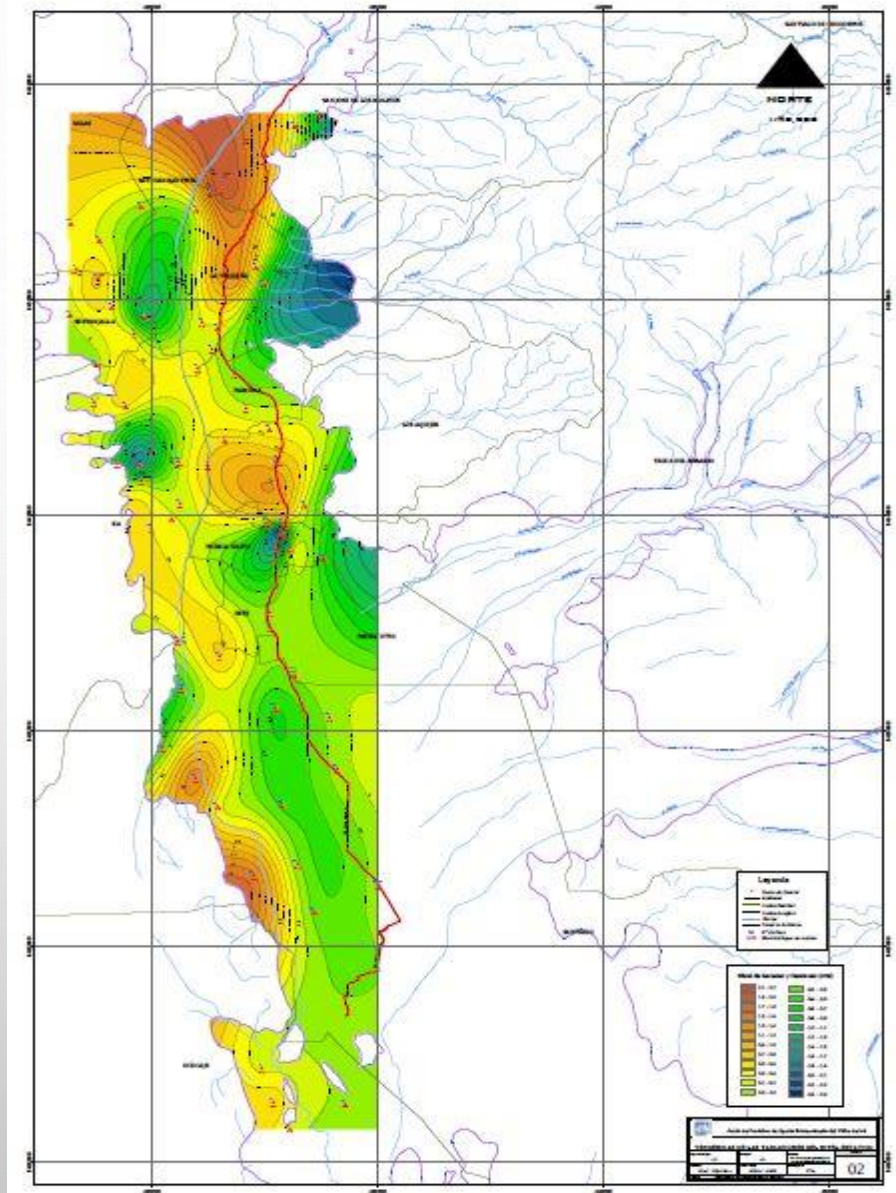
RESUMEN MENSUAL DE EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRANEAS POR DISTRITO DE ENERO A MAYO 2014

Meses	LA TINGUIÑA	ICA	LOS AQUIJES	LOS MOLINOS	OCUCAJE	PACHACUTEC	PARCONA	PUEBLO NUEVO	SALAS	SAN JUAN B	SANTIAGO	SUBTANJALLA	TATE	TOTAL M3
ENERO	6,048.00	1,872.00	7,900.00	44,545.10	4,860.00	58,384.63	45,360.00	22,008.00	11,760.00	21,974.40	3,419,019.80	33,016.50	81,345.59	3,758,094
FEBRERO	4,320.00	1,728.00	7,101.00	59,096.97	0.00	54,561.07	39,880.00	41,017.00	10,670.00	20,563.20	3,343,496.38	32,788.80	82,753.39	3,697,976
MARZO	15,336.00	0.00	7,900.00	55,185.11	0.00	64,518.37	30,000.00	41,559.00	9,730.00	19,765.00	3,178,610.68	0.00	66,799.32	3,489,403
ABRIL	16,416.00	0.00	5,600.00	0.00	4,680.00	36,725.85	25,360.00	44,991.00	5,950.00	0.00	3,160,160.51	0.00	43,676.04	3,343,559
MAYO	22,356.00	0.00	3,700.00	0.00	2,534.40	48,550.41	21,070.00	28,414.00	5,600.00	16,137.00	2,098,578.99	0.00	0.00	2,246,941
Total	64,476.00	3,600.00	32,201.00	158,827.18	12,074.40	262,740.33	161,670.00	177,989.00	43,710.00	78,439.60	15,199,866.36	65,805.30	274,574.34	16,535,974

ASCENSO Y DESCENSO EN LOS MESES DE ABRIL – MAYO 2014



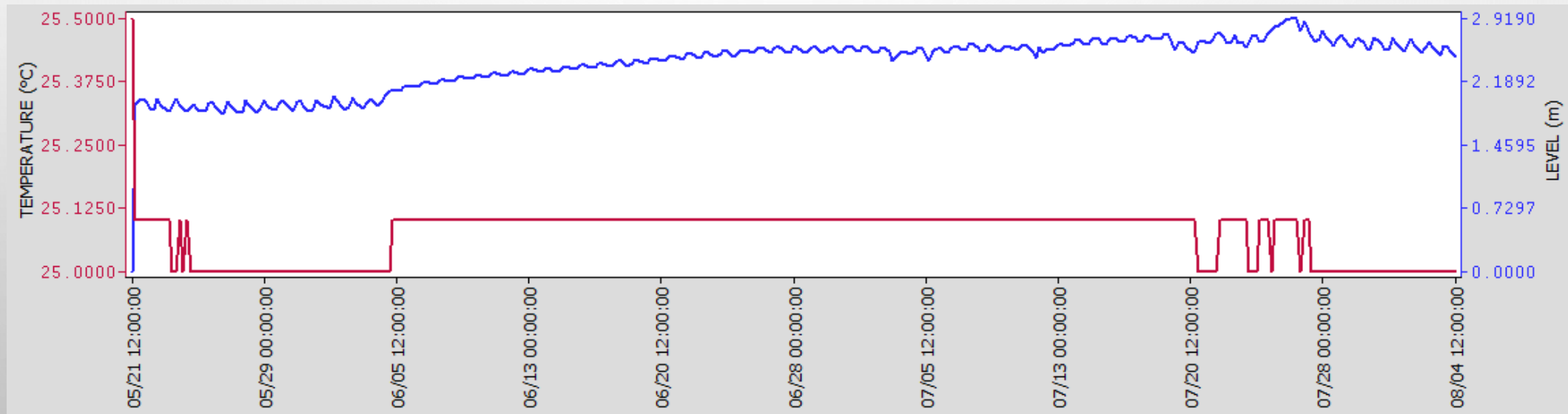
ASCENSO Y DESCENSO EN LOS MESES DE JUNIO – JULIO 2014



Hidroisohipsas

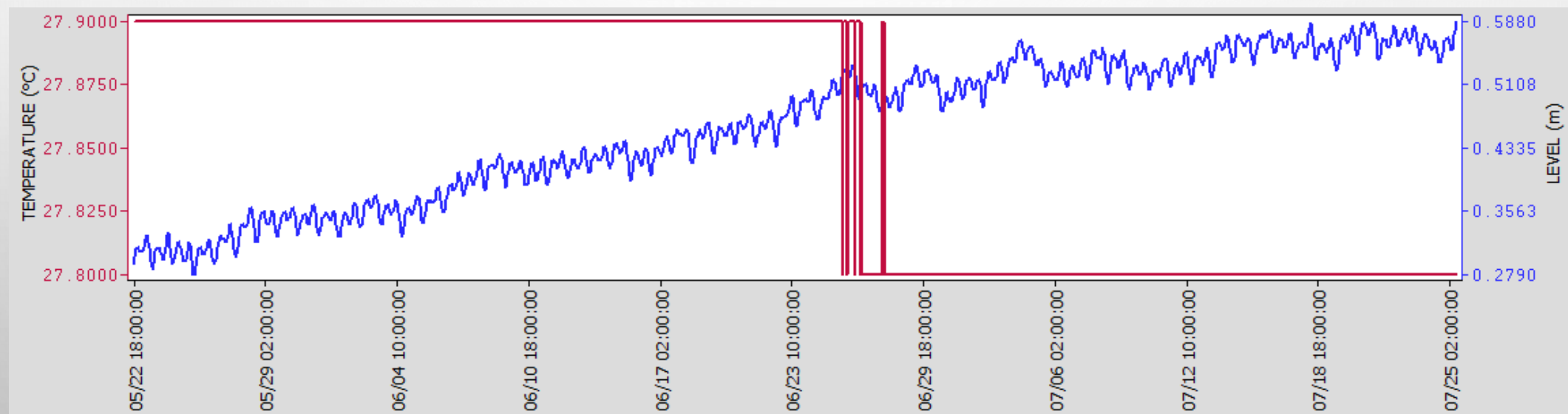
JUNTA DE USUARIOS DE AGUA SUBTERRANEA DEL VALLE DE ICA

MONITOREO CON EQUIPO LEVELOGGER EN EL IRHS 58 – PACHACUTEC

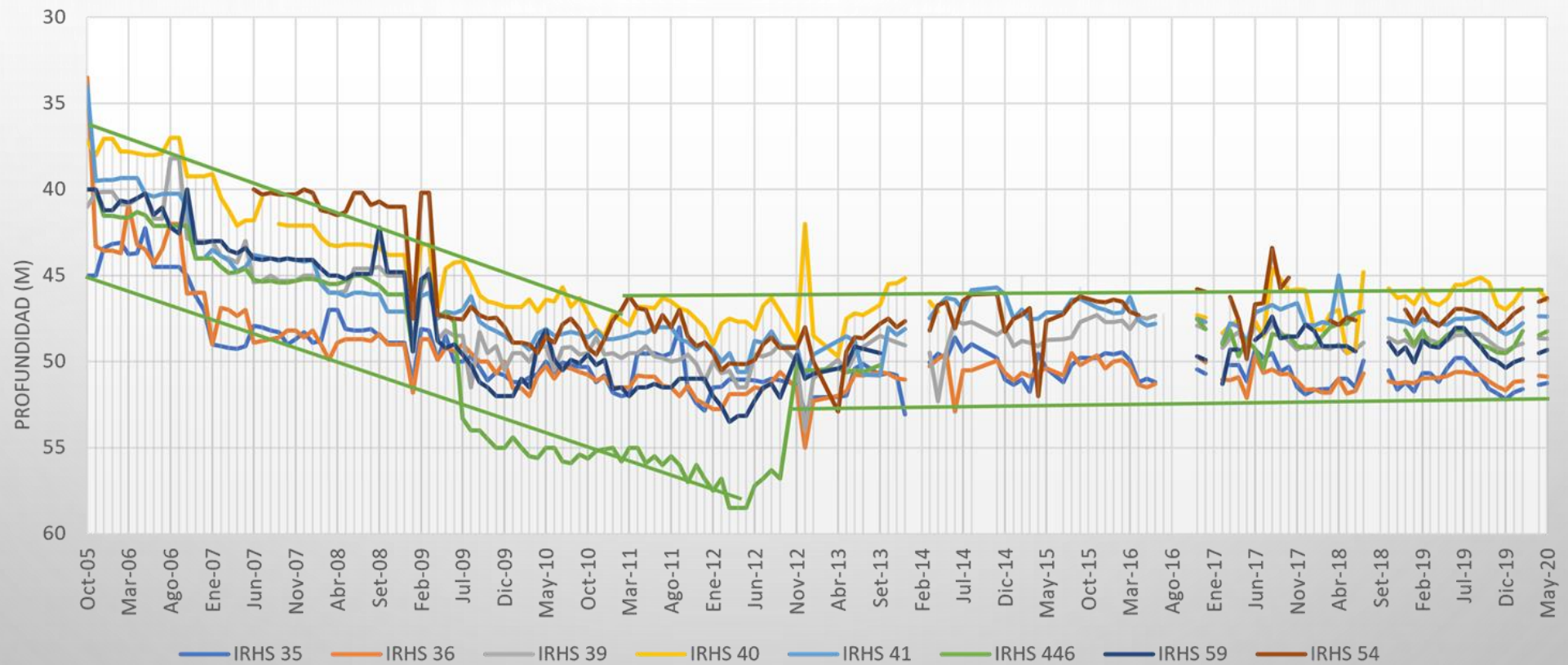


JUNTA DE USUARIOS DE AGUA SUBTERRANEA DEL VALLE DE ICA

MONITOREO CON EQUIPO LEVELOGGER EN EL IRHS 113 - SANTIAGO



Evolucion de la Napa freatica- Acuifero Ica Zona- Pachacutec



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se determino que la recarga del acuífero a través de las pozas de almacenamiento es el método que mejor se adapta a las condiciones de nuestra cuenca, por las condiciones de magnitud y oportunidad en que se dispondrá de los volúmenes necesarios para recargar la napa freática en el área de influencia.
- Se determino que la contaminación del acuífero en cuanto a la calidad del agua utilizada para la recarga es nula, dado que los estratos de la estructura de los suelos sirven como filtros o tamiz sin alterar la composición biológica de los suelos y química de la napa freática.
- Se va encontrando que el comportamiento del acuífero es ondeante, determinada en épocas húmedas y secas.

- Mediante el monitoreo y evaluación de los niveles estáticos de los pozos testigos, podemos determinar la positiva respuesta marcada en alguno de ellos en el comportamiento del acuífero con la aparición de los “domos” y que han sido registrados continua y periódicamente desde la anterioridad de estas labores y posteriormente a ellas.
- Por la misma razón, determinamos que la napa freática se recupera estacionalmente conforme al grafico de curvas hidroisohipsas.
- Este comportamiento ondeante del acuífero en cierto modo ha logrado conseguir un cierto equilibrio en algunos sectores, mientras se observa que en otros sectores el descenso es mínimo pero evidente.

- Recomendar un estudio detenido de las estadísticas de la demanda de riegos por gravedad de los pequeños y medianos agricultores con el fin de determinar un volumen excedente de ellas y ser usados en la recarga.
- Recomendar una continua y periódicas labores de recarga anual.
- Recomendar continuar monitoreando los pozos testigos y elevar el numero de ellos con el fin de contar con un mayor numero de valores del acuífero en el radio de influencia de la zona de recarga.