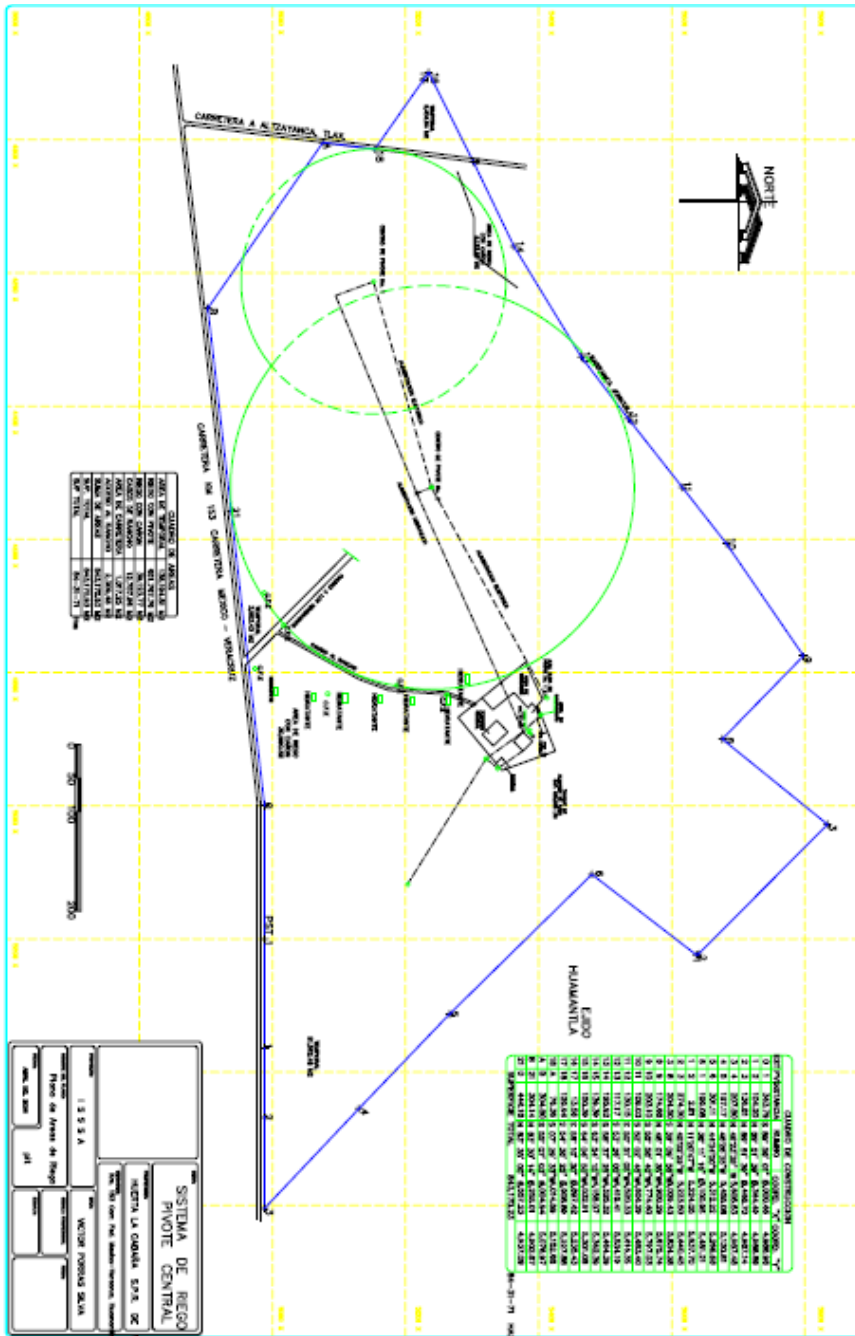


# Apéndice A. Plano topografico del terreno y del sistema de riego de La Huerta La Trinidad





## **Apéndice B. Impactos ambientales de los sistemas de riego**

Los impactos dependen del tipo de riego, de la fuente del agua (superficial o subterránea), de su forma de almacenamiento, de los sistemas de transporte y distribución, y de los métodos de entrega o aplicación en el campo.

Desde hace mucho tiempo, se ha utilizado el agua superficial (principalmente los ríos) para riego, y, en algunos países todavía constituye una de las principales inversiones del sector público. Los proyectos de riego en gran escala, que utilizan el agua subterránea, son un fenómeno reciente, a partir de los últimos treinta años, donde se utilizan pozos entubados para aprovechar el agua freática, conjuntamente, con los sistemas de riego que emplean el agua superficial.

Los potenciales impactos ambientales negativos de la mayoría de los grandes proyectos de riego incluyen la saturación y salinización de los suelos; la mayor incidencia de las enfermedades transmitidas o relacionadas con el agua; el reasentamiento o cambios en los estilos de vida de las poblaciones locales; el aumento en la cantidad de plagas y enfermedades agrícolas, debido a la eliminación de la mortandad que ocurre durante la temporada seca; y la creación de un microclima más húmedo. La expansión e intensificación de la agricultura que facilita el riego puede causar mayor erosión; contaminar el agua superficial y subterránea con los biocidas agrícolas; reducir la calidad del agua; y, aumentar los niveles de nutrientes en el agua de riego y drenaje, produciendo el florecimiento de las algas, la proliferación de las malezas acuáticas y la eutrofización de los canales de riego y vías acuáticas, aguas abajo. Así, se requieren mayores cantidades de productos químicos agrícolas para controlar el creciente número de plagas y enfermedades de los cultivos.

Los grandes proyectos de riego que represan y desvían las aguas de los ríos, tienen el potencial de causar importantes trastornos ambientales como resultado de los cambios en la hidrología y limnología de las cuencas de los ríos.

El desvío y pérdida de agua debido al riego reduce el caudal que llega a los usuarios, aguas abajo, incluyendo las municipalidades, las industrias y los agricultores. La reducción del flujo básico del río disminuye también la dilución de las aguas servidas municipales e industriales que se introducen, aguas abajo, causando contaminación y peligros para la salud. El deterioro en la calidad del agua, debido a un proyecto de riego, puede volverla inservible para los otros usuarios, perjudicar las especies acuáticas, y, debido a su alto contenido de nutrientes, provocar el crecimiento de malezas acuáticas que obstruirán las vías fluviales, con consecuencias ambientales para la salud.

Los potenciales impactos ambientales negativos directos del uso del agua freática para riego surgen del uso excesivo de estas fuentes (retirando cantidades mayores que la tasa de recuperación). Esto baja el nivel del agua freática, causa hundimiento de la tierra, disminuye la calidad del agua y permite la intrusión del agua salada (en las áreas costaneras).

Hay algunos factores ambientales externos que influyen en los proyectos de riego. El uso de la tierra, aguas arriba, afectará la calidad del agua que ingresa al área de riego, especialmente su contenido de sedimento (erosión causada por la agricultura) y composición química, (contaminantes agrícolas e industriales). Al

utilizar el agua que deposita el sedimento en los terrenos, durante el tiempo, o, simplemente, al utilizar el agua que trae un alto contenido de sedimento, se puede alzar el nivel de la tierra a tal punto que se impida el riego.

Los impactos positivos obvios del riego provienen de la mayor producción de alimentos. Además, la concentración e intensificación de la producción en un área más pequeña puede proteger los bosques y tierras silvestres, para que no se conviertan en terrenos agrícolas. Si existe una cobertura vegetal mayor durante la mayor parte del año, o si se prepara la tierra (p. ej. nivelar y contornarla), se reduce la erosión de los suelos. Hay algunos beneficios para la salud, debido a la mejor higiene y la reducción en la incidencia de ciertas enfermedades. Los proyectos de riego pueden moderar las inundaciones, aguas abajo.

## Apéndice C. Saturación y Salinización

La saturación y salinización de los suelos son problemas comunes con el riego superficial. A nivel mundial, se ha estimado que, cada año, el riego saca de la producción una cantidad de terreno que es igual a la porción que entra en servicio bajo riego, debido al deterioro del suelo, principalmente, la salinización. La saturación es causada, principalmente, por el drenaje inadecuado y el riego excesivo, y en un grado menor, por fugas de los canales y acequias. El riego exagera los problemas de la salinidad, que, naturalmente, son más agudos en las áreas áridas y semiáridas, donde la evaporación superficial es más rápida y los suelos, más salinos. La saturación concentra las sales absorbidas de los niveles más bajos del perfil del suelo, en la zona de arraigamiento de las plantas. La alcalinización (acumulación de sodio en los suelos) es una forma, especialmente perjudicial, de salinización que es difícil de corregir. Aunque los suelos de las zonas áridas y semiáridas tienen una tendencia natural de sufrir salinización, muchos de los problemas relacionados con el suelo podrían ser atenuados si se instalan sistemas adecuados de drenaje. El drenaje es el elemento crítico para los proyectos de riego y, muy a menudo, se lo planifica y se lo maneja mal. El uso del riego por aspersión o por goteo, reduce el problema de la saturación porque el agua se aplica más precisamente, y se puede limitar las cantidades.

### *Impactos sociales*

Los trastornos sociales causados por los grandes sistemas de riego que cubren áreas vastas son inevitables. La gente local puede ser desplazada por el sistema de riego, y enfrenta los problemas clásicos del reasentamiento: puede reducirse su nivel de vida, podrían presentarse mayores problemas de la salud, conflictos sociales, y deterioro de los recursos naturales del área de reasentamiento. La gente que permanece en el área, probablemente, tendrá que cambiar sus prácticas de uso de la tierra y modelos agrícolas. Las personas que se trasladan al área, también tendrán que adaptarse a las nuevas condiciones. A menudo, la gente local encuentra que tiene menor acceso a los recursos de agua, tierra y vegetación, como resultado de la implementación del sistema de riego. Las demandas contradictorias, con respecto a los recursos acuáticos, y las desigualdades en su distribución pueden ocurrir, fácilmente, tanto en el área del sistema de riego, como aguas abajo. Todos estos factores —las prácticas agrícolas cambiantes, y la mayor densidad de la población pueden tener un efecto profundo en cuanto a los modelos sociales tradicionales.

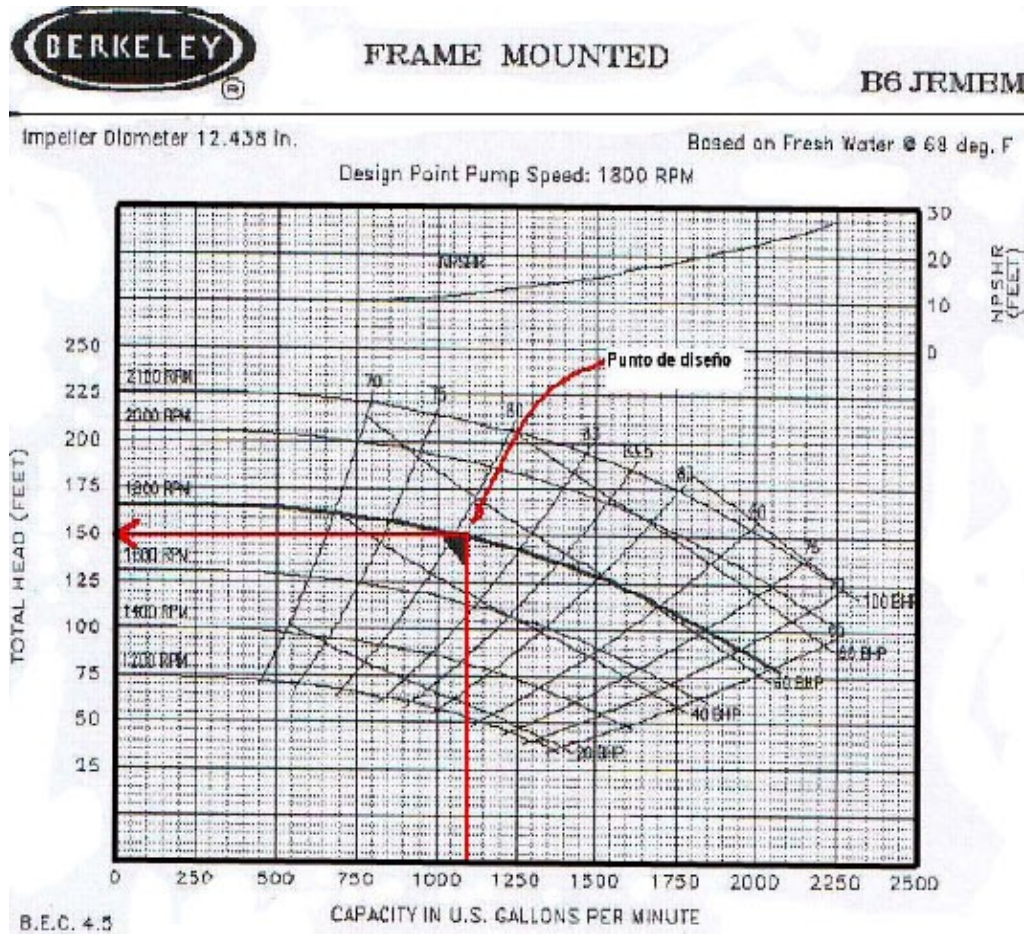
La introducción del sistema de riego se asocia con un aumento, a veces extraordinario, en las enfermedades relacionadas con el agua. Las enfermedades que se vinculan, más frecuentemente, con el riego son esquistosomiasis, malaria y oncocerciasis, cuyos vectores proliferan en las aguas de riego. Otros riesgos para la salud que se relacionan con el riego incluyen los que están vinculados al mayor uso de agroquímicos, el deterioro de la calidad del agua, y la mayor presión de la población en el área.

La reutilización de aguas negras para riego puede transmitir las enfermedades contagiosas (principalmente las enfermedades helmínticas y, en un grado menor, las enfermedades bacterianas y virales). Los grupos que están expuestos al riesgo son los trabajadores agrícolas, los consumidores de los vegetales (y la carne) de los campos regados con aguas servidas, y los aldeaños. El riego por aspersión representa un riesgo

adicional, debido a la difusión de los patógenos por el aire. Los riesgos varían, según el grado de tratamiento que han recibido las aguas servidas, antes de ser reutilizadas.

# Apéndice D. Tablas de diseño

Fig. D1. Curva de desempeño





**Fig. D2. Tabla 1 para determinar perdidas por friccion para tuberia de 6"**

Flow  U.S. Gallons per Minute	Inside Diameter = 5.761" C = 100				Flow  U.S. Gallons per Minute	Inside Diameter = 5.761" C = 100			
	Velocity Feet per Second	Velocity Head Feet	Head Loss Feet per 100 Feet	Head Loss psi per 100 Feet		Velocity Feet per Second	Velocity Head Feet	Head Loss Feet per 100 Feet	Head Loss psi per 100 Feet
200	2.4616	0.0942	0.7506	0.3250	750	9.2311	1.3243	8.6567	3.7484
250	3.0770	0.1471	1.1342	0.4911	800	9.8465	1.5068	9.7545	4.2237
300	3.6925	0.2119	1.5891	0.6881	850	10.4620	1.7011	10.9122	4.7250
350	4.3079	0.2884	2.1136	0.9152	900	11.0774	1.9071	12.1293	5.2520
400	4.9233	0.3767	2.7058	1.1716	950	11.6928	2.1248	13.4053	5.8045
425	5.2310	0.4253	3.0270	1.3107	1000	12.3082	2.3544	14.7396	6.3822
450	5.5387	0.4768	3.3646	1.4569	1100	13.5390	2.8488	17.5818	7.6129
475	5.8464	0.5312	3.7185	1.6101	1200	14.7698	3.3903	20.6525	8.9425
500	6.1541	0.5886	4.0887	1.7704	1300	16.0006	3.9789	23.9487	10.3698
525	6.4618	0.6489	4.4749	1.9376	1400	17.2315	4.6146	27.4678	11.8936
550	6.7695	0.7122	4.8771	2.1118	1500	18.4623	5.2974	31.2073	13.5128
575	7.0772	0.7784	5.2951	2.2928	1600	19.6931	6.0273	35.1649	15.2264
600	7.3849	0.8476	5.7288	2.4806	1700	20.9239	6.8042	39.3385	17.0336
625	7.6926	0.9197	6.1782	2.6752	1800	22.1547	7.6282	43.7261	18.9334
650	8.0003	0.9947	6.6432	2.8765	2000	24.6164	9.4176	53.1364	23.0081
700	8.6157	1.1537	7.6194	3.2992	2200	27.0780	11.3953	63.3824	27.4446
					2400	29.5396	13.5613	74.4522	32.2378

Shaded Area indicates optimum velocity range

**Fig. D3. Tabla 2 para determinar perdidas por friccion para tuberia de 6"**

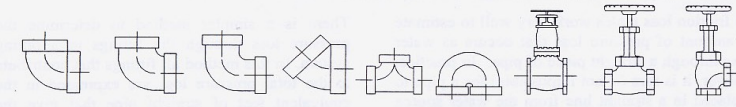
Flow  U.S. Gallons per Minute	Inside Diameter = 6.065" C = 100				Flow  U.S. Gallons per Minute	Inside Diameter = 6.065" C = 100			
	Velocity Feet per Second	Velocity Head Feet	Head Loss Feet per 100 Feet	Head Loss psi per 100 Feet		Velocity Feet per Second	Velocity Head Feet	Head Loss Feet per 100 Feet	Head Loss psi per 100 Feet
200	2.2210	0.0767	0.5844	0.2530	750	8.3289	1.0781	6.7405	2.9186
250	2.7763	0.1198	0.8831	0.3824	800	8.8842	1.2267	7.5953	3.2888
300	3.3316	0.1725	1.2374	0.5358	850	9.4395	1.3848	8.4967	3.6791
350	3.8868	0.2348	1.6457	0.7126	900	9.9947	1.5525	9.4444	4.0894
400	4.4421	0.3067	2.1069	0.9123	950	10.5500	1.7298	10.4379	4.5196
425	4.7197	0.3462	2.3569	1.0205	1000	11.1052	1.9167	11.4769	4.9695
450	4.9974	0.3881	2.6198	1.1344	1100	12.2158	2.3192	13.6900	5.9278
475	5.2750	0.4324	2.8954	1.2537	1200	13.3263	2.7600	16.0809	6.9630
500	5.5526	0.4792	3.1836	1.3785	1300	14.4368	3.2392	18.6475	8.0744
525	5.8303	0.5283	3.4843	1.5087	1400	15.5473	3.7567	21.3876	9.2608
550	6.1079	0.5798	3.7978	1.6444	1500	16.6579	4.3125	24.2994	10.5216
575	6.3855	0.6337	4.1230	1.7853	1600	17.7684	4.9067	27.3809	11.8559
600	6.6631	0.6900	4.4607	1.9315	1700	18.8789	5.5392	30.6307	13.2631
625	6.9408	0.7487	4.8107	2.0830	1800	19.9894	6.2100	34.0471	14.7424
650	7.2184	0.8098	5.1727	2.2398	2000	22.2105	7.6667	41.3744	17.9151
700	7.7737	0.9392	5.9328	2.5689	2200	24.4315	9.2767	49.3524	21.3696
					2400	26.6526	11.0400	57.9718	25.1018

Shaded Area indicates optimum velocity range



**Fig. D4. Tabla 3 para determinar perdidas por friccion en conexiones en terminos de la longitud equivalente de tubo recto**

**FRICTION LOSSES THROUGH PIPE FITTINGS IN TERMS OF EQUIVALENT LENGTHS OF STANDARD PIPE**



Size of pipe (small diameter)	Standard Elbow	Medium Radius Elbow	Long Radius Elbow	45° Elbow	Tee	Return Bend	Gate Valve Open	Globe Valve Open	Angle Valve Open
<i>Length Of Straight Pipe (Feet) Giving Equivalent Resistance Flow</i>									
1/2"	1.5	1.4	1.1	0.77	3.4	3.8	0.35	16	8.4
3/4"	2.2	1.8	1.4	1.0	4.5	5.0	0.47	22	12
4"	11	9.1	7.0	5.0	22	24	2.3	110	58
5"	14	12	8.9	6.1	27	31	2.9	140	70
6"	16	14	11	7.7	33	37	3.5	160	83
8"	21	18	14	10	43	49	4.5	220	110
10"	26	22	17	13	56	61	5.7	290	140
12"	32	26	20	15	66	73	6.7	340	170
14"	36	31	23	17	76	85	8	390	190

Source: Berkeley Pump Co.

**Fig. D5. Tabla 3 para determinar perdidas por friccion en bombas**

**PIPE FRICTION FOR OFFSET JET PUMPS (Friction Loss in Feet Per 100 Feet Offset)**

JET SIZE (H.P.)	<i>Suction And Pressure Pipe Sizes (Inches)</i>												
	3/4	1	1	1-1/4	1-1/4	1-1/2	1-1/2	2	2	2-1/2	2-1/2	3	
	x 1	x 1	x 1-1/4	x 1-1/4	x 1-1/2	x 1-1/2	x 2	x 2	x 2-1/2	x 2-1/2	x 3	x 3	
1/4	27	18	7	5	3	2	--	--	--	--	--	--	
1/3			12	8	6	4	--	--	--	--	--	--	
1/2			18	12	8	6	3	2	--	--	--	--	
3/4				22	16	11	6	4	--	--	--	--	
1					25	16	9	6	--	--	--	--	
1-1/2							13	8	5	3	--	--	
2	<i>Operations below line are not recommended</i>							20	13	7	5	--	--
3	<i>Operations below line are not recommended</i>									13	9	6	4

Source: Berkeley Pump Co.



Fig. D7 Tabla (Chart A). Utilizada en el Ejemplo 1, para determinar perdidas por fricción en un pivote de 18 torres

		Center Pivot Pressure Loss in PSI																		
		Large Pipe I.D. 9.800									Span Length 135.00									
		Small Pipe I.D. 7.800									Span Length 135.00									
		Flow In GPM																		
Large Pipe Spans	Small Pipe Spans	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300
0	18	26.5	30.1	34.0	38.1	42.5	47.1	51.9	57.0	62.3	67.8	73.6	79.6	85.8	92.3	99.0	106.0	113.1	120.5	128.2
1	17	24.6	28.0	31.7	35.5	39.5	43.8	48.3	53.0	57.9	63.1	68.5	74.0	79.8	85.9	92.1	98.6	105.3	112.2	119.3
2	16	22.8	26.0	29.3	32.9	36.6	40.6	44.7	49.1	53.7	58.4	63.4	68.6	73.9	79.5	85.3	91.3	97.5	103.9	110.5
3	15	21.0	23.9	27.0	30.3	33.8	37.4	41.2	45.3	49.5	53.9	58.5	63.2	68.2	73.3	78.7	84.2	89.9	95.8	101.9
4	14	19.3	22.0	24.8	27.8	31.0	34.4	37.9	41.6	45.4	49.5	53.7	58.1	62.6	67.4	72.3	77.3	82.6	88.0	93.6
5	13	17.7	20.1	22.7	25.5	28.4	31.5	34.7	38.1	41.6	45.3	49.2	53.2	57.3	61.7	66.2	70.8	75.6	80.6	85.7
6	12	16.2	18.4	20.8	23.3	25.9	28.7	31.7	34.8	38.0	41.4	44.9	48.6	52.4	56.3	60.4	64.7	69.1	73.6	78.3
7	11	14.8	16.8	19.0	21.3	23.7	26.2	28.9	31.8	34.7	37.8	41.0	44.4	47.8	51.4	55.2	59.0	63.0	67.2	71.4
8	10	13.5	15.3	17.3	19.4	21.6	24.0	26.4	29.0	31.7	34.5	37.5	40.5	43.7	47.0	50.4	53.9	57.6	61.4	65.3
9	9	12.3	14.0	15.9	17.8	19.8	22.0	24.2	26.6	29.0	31.6	34.3	37.1	40.0	43.0	46.2	49.4	52.7	56.2	59.8
10	8	11.4	12.9	14.6	16.4	18.2	20.2	22.3	24.4	26.7	29.1	31.6	34.1	36.8	39.6	42.5	45.4	48.5	51.7	55.0
11	7	10.5	12.0	13.5	15.2	16.9	18.7	20.6	22.7	24.8	27.0	29.3	31.6	34.1	36.7	39.4	42.1	45.0	47.9	51.0
12	6	9.9	11.2	12.7	14.2	15.8	17.5	19.3	21.2	23.2	25.2	27.4	29.6	31.9	34.3	36.8	39.4	42.1	44.8	47.7
13	5	9.3	10.6	12.0	13.4	15.0	16.6	18.3	20.1	21.9	23.9	25.9	28.0	30.2	32.5	34.9	37.3	39.8	42.5	45.2
14	4	8.9	10.2	11.5	12.9	14.4	15.9	17.5	19.2	21.0	22.9	24.8	26.9	29.0	31.2	33.4	35.8	38.2	40.7	43.3
15	3	8.7	9.9	11.2	12.5	13.9	15.4	17.0	18.7	20.4	22.2	24.1	26.1	28.2	30.3	32.5	34.8	37.1	39.5	42.1
16	2	8.5	9.7	11.0	12.3	13.7	15.2	16.7	18.4	20.1	21.9	23.7	25.7	27.7	29.8	31.9	34.2	36.5	38.9	41.3
17	1	8.5	9.6	10.9	12.2	13.6	15.1	16.6	18.2	19.9	21.7	23.5	25.5	27.5	29.5	31.7	33.9	36.2	38.6	41.0
18	0	8.5	9.6	10.9	12.2	13.6	15.0	16.6	18.2	19.9	21.7	23.5	25.4	27.4	29.5	31.6	33.8	36.1	38.5	40.9



Fig. D8 Tabla (Chart B). Utilizada en el Ejemplo 1, para determinar perdidas por fricción en un pivote de 18 torres

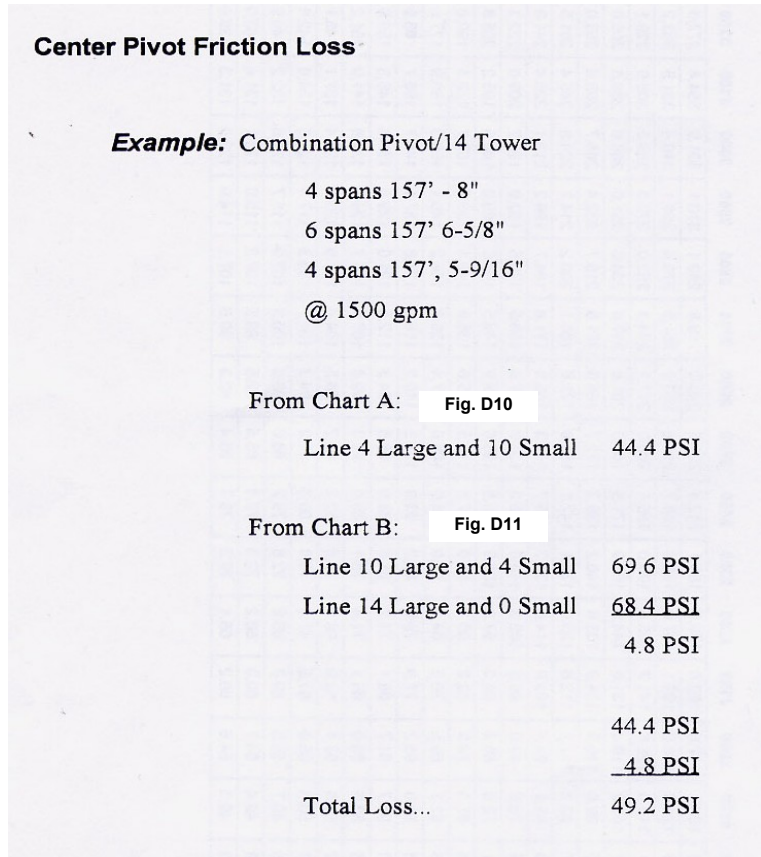
**Center Pivot Pressure Loss in PSI**

Large Pipe I.D. 7.800    Span Length 157.00  
Small Pipe I.D. 6.395    Span Length 157.00

Flow In GPM

Large Pipe Spans	Small Pipe Spans	Flow In GPM																		
		1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300
0	18	83.0	94.4	106.6	119.5	133.1	147.5	162.6	178.5	195.1	212.4	230.5	249.3	268.8	289.1	310.1	331.9	354.4	377.6	401.6
1	17	77.6	86.3	99.7	111.8	124.5	138.0	152.1	167.0	182.5	198.7	215.6	233.2	251.5	270.4	290.1	310.4	331.5	353.2	375.6
2	16	72.3	82.3	92.9	104.1	116.0	128.6	141.7	155.6	170.0	185.1	200.9	217.3	234.3	252.0	270.3	289.3	308.9	329.1	350.0
3	15	67.2	76.4	86.3	96.7	107.8	119.4	131.6	144.5	157.9	171.9	186.5	201.8	217.6	234.0	251.0	268.6	286.8	305.6	325.0
4	14	62.2	70.7	79.9	89.5	99.8	110.5	121.9	133.8	146.2	159.2	172.7	186.8	201.5	216.7	232.4	248.7	265.6	283.0	301.0
5	13	57.5	65.4	73.8	82.7	92.2	102.1	112.6	123.6	135.1	147.1	159.6	172.6	186.1	200.2	214.7	229.8	245.4	261.5	278.1
6	12	53.0	60.3	68.1	76.3	85.1	94.3	103.9	114.0	124.7	135.7	147.3	159.3	171.8	184.7	198.2	212.1	226.4	241.3	256.6
7	11	48.9	55.7	62.8	70.5	78.5	87.0	95.9	105.3	115.0	125.3	135.9	147.0	158.5	170.5	182.9	195.7	209.0	222.7	236.8
8	10	45.2	51.5	58.1	65.1	72.6	80.4	88.6	97.3	106.3	115.8	125.6	135.9	146.5	157.6	169.0	180.9	193.2	205.8	218.9
9	9	41.9	47.7	53.9	60.4	67.3	74.5	82.2	90.2	98.6	107.3	116.5	126.0	135.9	146.1	156.7	167.7	179.1	190.8	203.0
10	8	39.1	44.5	50.2	56.3	62.7	69.5	76.6	84.1	91.9	100.0	108.6	117.4	126.6	136.2	146.1	156.3	166.9	177.9	189.2
11	7	36.7	41.7	47.1	52.8	58.8	65.2	71.9	78.9	86.2	93.9	101.9	110.2	118.8	127.8	137.1	146.7	156.7	166.9	177.5
12	6	34.7	39.5	44.6	50.0	55.7	61.7	68.1	74.7	81.6	88.9	96.5	104.3	112.5	121.0	129.8	138.9	148.3	158.0	168.1
13	5	33.2	37.8	42.7	47.8	53.3	59.0	65.1	71.4	78.1	85.0	92.3	99.8	107.6	115.7	124.1	132.8	141.9	151.2	160.7
14	4	32.1	36.5	41.2	46.2	51.5	57.1	62.9	69.1	75.5	82.2	89.2	96.5	104.0	111.9	120.0	128.4	137.1	146.1	155.4
15	3	31.4	35.7	40.3	45.2	50.3	55.8	61.5	67.5	73.8	80.3	87.2	94.3	101.7	109.3	117.3	125.5	134.0	142.8	151.9
16	2	31.0	35.2	39.8	44.6	49.7	55.0	60.7	66.6	72.8	79.2	86.0	93.0	100.3	107.9	115.7	123.8	132.2	140.9	149.8
17	1	30.8	35.0	39.5	44.3	49.4	54.7	60.3	66.2	72.3	78.8	85.5	92.5	99.7	107.2	115.0	123.1	131.4	140.0	148.9
18	0	30.7	35.0	39.5	44.3	49.3	54.6	60.2	66.1	72.3	78.7	85.4	92.3	99.6	107.1	114.9	122.9	131.3	139.9	148.7

**Fig. D9 Ejemplo 2, para determinar perdidas por friccion en un pivote de 14 torres**





**Fig. D10 Tabla (Chart A). Utilizada en el Ejemplo 2, para determinar perdidas por friccion en un pivote de 14 torres**

		Center Pivot Pressure Loss in PSI																		
		Large Pipe I.D. 7.800							Span Length 157.00											
		Small Pipe I.D. 6.395							Span Length 157.00											
		Flow in GPM																		
Large Pipe Spans	Small Pipe Spans	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800
		0	14	28.8	34.8	41.5	48.7	56.4	64.8	73.7	83.2	93.3	103.9	115.2	127.0	139.4	152.3	165.9	180.0	194.6
1	13	26.4	32.0	38.0	44.6	51.8	59.4	67.6	76.3	85.6	95.4	105.7	116.5	127.9	139.7	152.2	165.1	178.6	192.6	207.1
2	12	24.1	29.1	34.7	40.7	47.2	54.2	61.7	69.6	78.0	87.0	96.3	106.2	116.6	127.4	138.7	150.5	162.8	175.6	188.8
3	11	21.8	26.4	31.5	36.9	42.8	49.2	55.9	63.1	70.8	78.9	87.4	96.4	105.7	115.6	125.8	136.6	147.7	159.3	171.3
4	10	19.7	23.9	28.4	33.4	38.7	44.4	50.5	57.1	64.0	71.3	78.9	87.1	95.6	104.4	113.7	123.4	133.5	143.9	154.8
5	9	17.8	21.6	25.7	30.1	34.9	40.1	45.6	51.5	57.7	64.3	71.3	78.6	86.2	94.2	102.6	111.3	120.4	129.9	139.7
6	8	16.1	19.5	23.2	27.2	31.5	36.2	41.2	46.5	52.1	58.1	64.3	70.9	77.9	85.1	92.7	100.5	108.7	117.3	126.1
7	7	14.6	17.7	21.0	24.7	28.6	32.8	37.4	42.2	47.3	52.7	58.4	64.3	70.6	77.2	84.0	91.2	98.6	106.4	114.4
8	6	13.3	16.1	19.2	22.6	26.2	30.0	34.2	38.6	43.2	48.2	53.4	58.9	64.6	70.6	76.9	83.4	90.2	97.3	104.6
9	5	12.4	14.9	17.8	20.9	24.2	27.8	31.6	35.7	40.0	44.6	49.4	54.5	59.8	65.4	71.2	77.2	83.5	90.1	96.9
10	4	11.6	14.1	16.7	19.6	22.8	26.1	29.7	33.6	37.6	41.9	46.5	51.2	56.2	61.5	66.9	72.6	78.5	84.7	91.1
11	3	11.1	13.5	16.0	18.8	21.8	25.0	28.5	32.1	36.0	40.1	44.5	49.0	53.8	58.8	64.0	69.5	75.2	81.0	87.2
12	2	10.8	13.1	15.6	18.3	21.2	24.4	27.7	31.3	35.1	39.1	43.3	47.7	52.4	57.3	62.3	67.7	73.2	78.9	84.9
13	1	10.7	12.9	15.4	18.1	21.0	24.1	27.4	30.9	34.7	38.6	42.8	47.2	51.8	56.6	61.6	66.8	72.3	78.0	83.8
14	0	10.7	12.9	15.4	18.0	20.9	24.0	27.3	30.8	34.6	38.5	42.7	47.0	51.6	56.4	61.4	66.7	72.1	77.8	83.6

		Flow in GPM																		
Large Pipe Spans	Small Pipe Spans	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800
		0	15	30.8	37.3	44.4	52.1	60.4	69.3	78.9	89.1	99.8	111.2	123.3	135.9	149.1	163.0	177.5	192.6	208.3
1	14	28.4	34.4	40.9	48.1	55.7	64.0	72.8	82.2	92.1	102.7	113.7	125.4	137.6	150.4	163.8	177.7	192.2	207.3	222.9
2	13	26.1	31.6	37.6	44.1	51.2	58.7	66.8	75.4	84.6	94.2	104.4	115.1	126.3	138.1	150.3	163.1	176.4	190.3	204.6
3	12	23.8	28.8	34.3	40.3	46.7	53.6	61.0	68.9	77.3	86.1	95.4	105.1	115.4	126.1	137.3	149.0	161.2	173.8	186.9
4	11	21.7	26.3	31.3	36.7	42.5	48.8	55.6	62.7	70.3	78.4	86.8	95.7	105.0	114.8	125.0	135.6	146.7	158.2	170.2
5	10	19.7	23.9	28.4	33.3	38.6	44.4	50.5	57.0	63.9	71.2	78.9	87.0	95.4	104.3	113.6	123.2	133.3	143.7	154.6
6	9	17.9	21.7	25.8	30.3	35.1	40.3	45.9	51.8	58.0	64.7	71.7	79.0	86.7	94.8	103.2	112.0	121.1	130.6	140.4
7	8	16.3	19.7	23.5	27.6	32.0	36.7	41.8	47.2	52.9	58.9	65.3	72.0	79.0	86.3	94.0	102.0	110.3	119.0	127.9
8	7	14.9	18.1	21.5	25.3	29.3	33.6	38.3	43.2	48.4	54.0	59.8	65.9	72.3	79.1	86.1	93.4	101.0	109.0	117.2
9	6	13.8	16.7	19.9	23.3	27.1	31.1	35.4	39.9	44.8	49.9	55.3	60.9	66.9	73.1	79.6	86.3	93.4	100.7	108.3
10	5	12.9	15.6	18.6	21.8	25.3	29.1	33.1	37.3	41.9	46.6	51.7	57.0	62.5	68.3	74.4	80.7	87.3	94.2	101.3
11	4	12.3	14.8	17.7	20.7	24.0	27.6	31.4	35.4	39.7	44.3	49.0	54.1	59.3	64.8	70.6	76.6	82.9	89.4	96.1
12	3	11.8	14.3	17.0	20.0	23.2	26.6	30.2	34.1	38.3	42.6	47.3	52.1	57.2	62.5	68.0	73.8	79.9	86.1	92.6
13	2	11.6	14.0	16.6	19.5	22.6	26.0	29.6	33.4	37.4	41.7	46.2	51.0	55.9	61.1	66.5	72.2	78.1	84.2	90.6
14	1	11.4	13.8	16.5	19.3	22.4	25.7	29.3	33.1	37.1	41.3	45.8	50.4	55.4	60.5	65.9	71.5	77.3	83.4	89.7
15	0	11.4	13.8	16.4	19.3	22.4	25.7	29.2	33.0	37.0	41.2	45.7	50.3	55.2	60.4	65.7	71.3	77.2	83.2	89.5



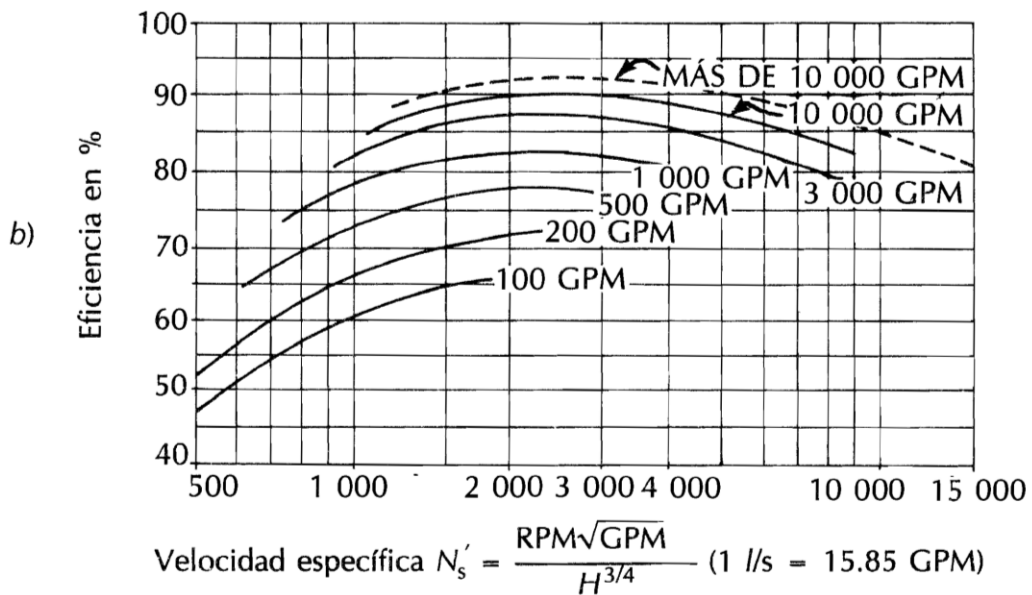
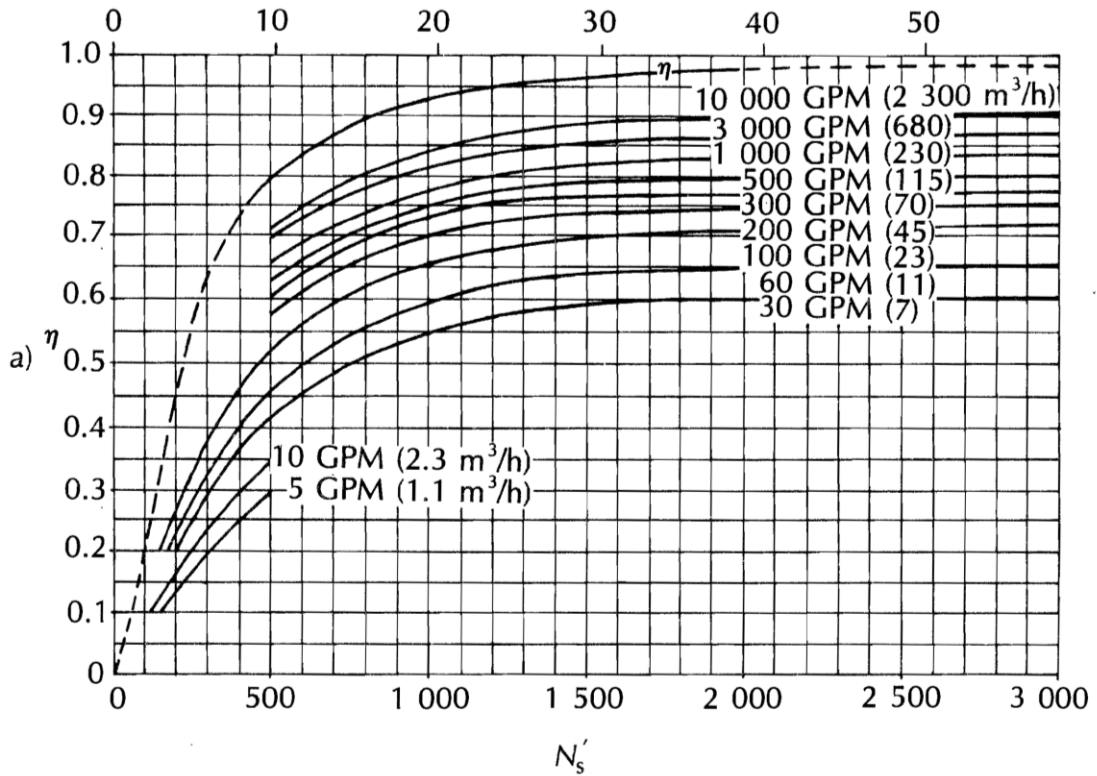
**Fig. D11 Tabla (Chart B ).Utilizada en el Ejemplo 2, para determinar perdidas por friccion en un pivote de 14 torres**

Large Pipe Spans		Center Pivot Pressure Loss in PSI																		
		Large Pipe I.D. 6.395							Span Length 157.00											
		Small Pipe I.D. 5.363							Span Length 157.00											
		Flow In GPM																		
		1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800
0	13	64.5	78.1	92.9	109.1	126.5	145.2	165.2	186.5	209.1	233.0	258.2	284.7	312.4	341.5					
1	12	59.2	71.7	85.3	100.1	116.1	133.3	151.6	171.2	191.9	213.8	236.9	261.2	286.6	313.3					
2	11	54.0	65.4	77.8	91.3	105.9	121.5	138.3	156.1	175.0	195.0	216.1	238.2	261.5	285.8					
3	10	49.1	59.4	70.6	82.9	96.1	110.4	125.6	141.8	158.9	177.1	196.2	216.3	237.4	259.5					
4	9	44.4	53.8	64.0	75.1	87.1	100.0	113.8	128.4	144.0	160.4	177.7	196.0	215.1	235.1					
5	8	40.3	48.7	58.0	68.0	78.9	90.6	103.1	116.3	130.4	145.3	161.0	177.5	194.8	212.9					
6	7	36.6	44.3	52.7	61.8	71.7	82.3	93.7	105.8	118.6	132.1	146.4	161.4	177.1	193.6					
7	6	33.5	40.6	48.3	56.6	65.7	75.4	85.8	96.9	108.6	121.0	134.1	147.8	162.2	177.3					
8	5	31.0	37.6	44.7	52.5	60.8	69.9	79.5	89.7	100.6	112.1	124.2	136.9	150.3	164.2					
9	4	29.2	35.3	42.0	49.3	57.2	65.7	74.7	84.4	94.6	105.4	116.8	128.7	141.3	154.4					
10	3	27.9	33.8	40.2	47.2	54.7	62.8	71.5	80.7	90.5	100.8	111.7	123.1	135.2	147.7					
11	2	27.2	32.9	39.1	45.9	53.3	61.2	69.6	78.5	88.1	98.1	108.7	119.9	131.5	143.8					
12	1	26.8	32.5	38.7	45.4	52.6	60.4	68.7	77.6	87.0	96.9	107.4	118.4	129.9	142.0					
13	0	26.8	32.4	38.6	45.2	52.5	60.2	68.5	77.4	86.7	96.6	107.1	118.1	129.6	141.6					




Large Pipe Spans		Center Pivot Pressure Loss in PSI													
		Large Pipe I.D. 6.395							Span Length 157.00						
		Small Pipe I.D. 5.363							Span Length 157.00						
		Flow In GPM													
		1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800
0	14	156.2	177.7	200.6	224.9	250.6	277.7	306.1	336.0	367.2	399.8	433.9	469.3	506.0	544.2
1	13	144.2	164.1	185.2	207.7	231.4	256.4	282.6	310.2	339.0	369.2	400.6	433.3	467.2	502.5
2	12	132.5	150.7	170.1	190.7	212.5	235.5	259.6	284.9	311.4	339.1	367.9	398.0	429.2	461.5
3	11	121.2	137.9	155.6	174.5	194.4	215.4	237.5	260.6	284.9	310.2	336.6	364.0	392.6	422.2
4	10	110.6	125.8	142.0	159.2	177.4	196.6	216.7	237.8	259.9	283.0	307.1	332.2	358.2	385.2
5	9	100.8	114.7	129.5	145.2	161.8	179.2	197.6	216.9	237.0	258.1	280.1	302.9	326.7	351.3
6	8	92.1	104.8	118.3	132.6	147.8	163.8	180.5	198.2	216.6	235.8	255.9	276.8	298.5	321.0
7	7	84.6	96.2	108.6	121.8	135.7	150.4	165.8	181.9	198.8	216.5	234.9	254.1	274.0	294.7
8	6	78.3	89.1	100.6	112.7	125.6	139.2	153.4	168.4	184.1	200.4	217.5	235.2	253.7	272.8
9	5	73.3	83.4	94.1	105.5	117.6	130.3	143.7	157.7	172.3	187.6	203.6	220.2	237.5	254.4
10	4	69.6	79.2	89.4	100.2	111.6	123.7	136.4	149.7	163.6	178.1	193.3	209.0	225.4	242.4
11	3	67.1	76.3	86.1	96.6	107.6	119.2	131.4	144.2	157.7	171.7	186.3	201.5	217.3	233.7
12	2	65.6	74.6	84.2	94.4	105.2	116.6	128.5	141.1	154.2	167.9	182.2	197.0	212.5	228.5
13	1	64.9	73.9	83.4	93.5	104.2	115.4	127.3	139.7	152.6	166.2	180.4	195.1	210.4	226.2
14	0	64.8	73.7	83.2	93.3	103.9	115.2	127.0	139.4	152.3	165.8	179.9	194.6	209.9	225.7

Fig.D12. Gráficas de eficiencia versus velocidad específica. Tomadas del libro Aprovechamientos Hidroeléctricos y de bombeo. Humberto Gardea Villegas. Trillas, 1992, página 157.



# Apéndice E. Fotografías

## E.1 Fotografías relativas al mantenimiento del Pivote Central

	
<p><b>PIVOTE CENTRAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>ENGRASAR LA CABEZA GIRATORIA</li><li>COMPROBAR EL ESTADO DEL COLECTOR ELÉCTRICO</li><li>COMPROBAR EL ESTADO DE CABLES Y CUADRO ELÉCTRICO</li><li>COMPROBAR LA TOMA DE TIERRA (APRETAR, LIMPIAR)</li><li>COMPROBAR TUERCAS Y TORNILLOS</li></ul>	<p><b>ELEMENTOS DEL EQUIPO CON NECESIDADES DE MANTENIMIENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>PIVOTE CENTRAL </li><li>TRAMOS Y MECANISMOS ALINEACIÓN </li><li>SISTEMA DE TRACCIÓN </li><li>CARTA DE EMISORES Y SISTEMA HIDRÁULICO </li></ul>
<p><b>TUBO GIRATORIO</b></p>  <p>ENGRASAR PERIÓDICAMENTE</p>	<p><b>TRAMOS</b></p>  <p>COMPROBAR UNIONES DE TRAMOS Y BRIDAS</p>



**TRAMOS**

**COMPROBAR DRENAJES**

**TRAMOS**

**LIMPIAR ELEMENTOS**

**INCLUIR REPELENTE DE INSECTOS**

**SISTEMA MOTRIZ**

**SISTEMA MOTRIZ : MOTOR**

**ACEITE**

**SISTEMA MOTRIZ : REDUCTOR**

**ACEITE**

### SISTEMA MOTRIZ : REDUCTOR



COMPROBAR FUGAS EN RETENES

### SISTEMA MOTRIZ : REDUCTOR



VACIAR POR EL TAPÓN DE DRENAJE HASTA QUE DEJE DE SALIR AGUA Y COMIENCE A SALIR ACEITE

### SISTEMA MOTRIZ : REDUCTOR



### SISTEMA MOTRIZ : RUEDAS



## Costos de Mantenimiento

Estimación de costos de una revisión anual de un pivote de 5 tramos  
Cambios de aceite y engrases  
Mecanismos de alineación  
Cuadro eléctrico, colector y cajas de torre  
Holguras transmisiones  
Presión de ruedas  
Averías normales: crucetas, transmisiones  
6 horas de oficial  
**Costo aproximado 600 dólares**

## Costos de funcionamiento

CONSUMO ENERGÉTICO  
FUNCIONAMIENTO: 1.000 HORAS/AÑO



GENERADOR  
1 L/H

1200 dólares/año



LÍNEA ELÉCTRICA

600 dólares/año



*E.2 Fotografías relativas al montaje del Pivote Central*









Instalando los aspersores



Levantando las torres



Uniendo los tramos



Gatos de palanca para cambiar reductoras y ruedas





