



Universidad
Zaragoza

ANEXOS

El criterio de rotura de Úcar: Aplicaciones en geología estructural e ingeniería geológica

The Úcar failure criterion: Applications in structural geology and geological engineering

Autora

Vanessa Cordón Aurín

Directores

Luis Arlegui Crespo y José Luis Simón Gómez

Grado en Geología

2023

ÍNDICE

ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO APLICADO LOS CRITERIOS DE ROTURA DE HOEK – BROWN Y ROBERTO ÚCAR, DESARROLLADOS A PARTIR DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE, TRIAXIALES Y BRASILEÑOS EXTRAÍDOS DE DIFERENTES FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.	3
ANEXO 2: EJEMPLOS DEL PROCEDIMIENTO SEGUIDO APLICADO A LOS DIFERENTES DATOS BIBLIOGRÁFICOS: CRITERIOS DE HOEK – BROWN Y DE ROBERTO ÚCAR EN SUS VERSIONES PREDICTIVAS Y AJUSTADAS	5

ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO APLICADO LOS CRITERIOS DE ROTURA DE HOEK – BROWN Y ROBERTO ÚCAR, DESARROLLADOS A PARTIR DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE, TRIAXIALES Y BRASILEÑOS EXTRAÍDOS DE DIFERENTES FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.

*Anotación: Como se ha expuesto durante el estudio, el parámetro *mi*, necesario para la formulación del criterio de Hoek Y Brown, está estrechamente ligado con el tipo de litología de la que se va a hacer el estudio. Las fuentes bibliográficas de las cuales se han extraído los datos para este análisis no siempre proporcionaban dicha información, por lo que en algunos ensayos sólo ha sido posible la realización de un análisis estadístico aplicado al criterio de Roberto Úcar.

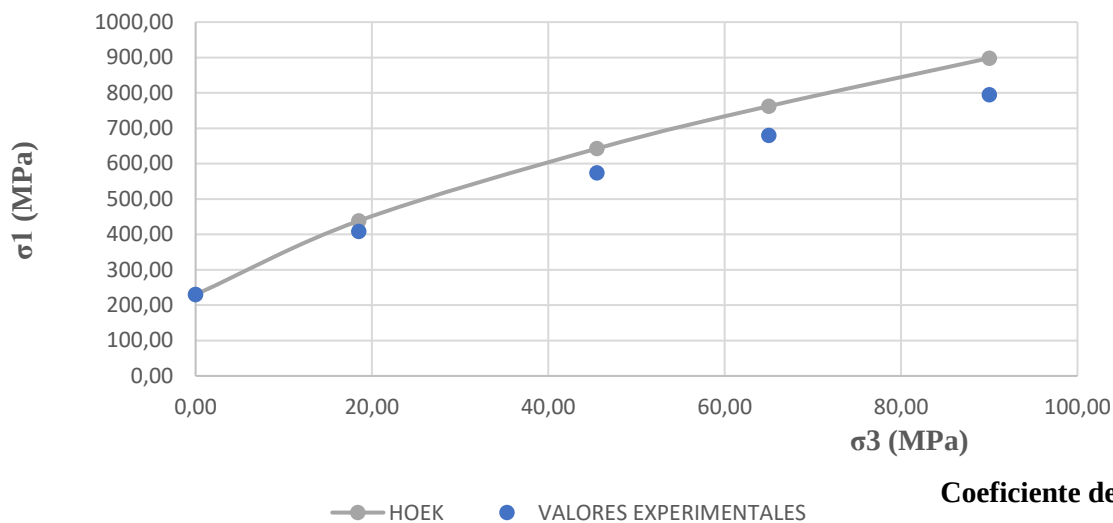
Ensayo	σ_c	σ_t	Úcar predicción	Úcar ajuste	H-B predicción	H-B ajuste	Úcar predicción	Úcar ajuste	H-B predicción	H-B ajuste	σ_t Ajustado	Δt	Úcar predicción normalizado	Úcar ajuste normalizado	H-B predicción normalizado	H-B ajuste normalizado
	Experimentales (MPa)		R ^ 2				Error típico (MPa)						Error típico			
lnitskaya 126 sandstone	140,2	-14,2	0,90554875	0,9120727	0,91095517	0,91037404	26,3436497	37,4090084	35,0740097	38,0467488	-7,66	6,54	0,1879005	0,26682602	0,25017125	0,27137481
Kuntysz 134 sandstone	115,2	-9,52	0,9954067	0,99418276	0,9945976	0,99535918	7,82667423	10,6146355	10,5829659	9,59676562	-6,92	2,6	0,06793988	0,09214093	0,09186602	0,08330526
Kwasniewski 135 sandstone	80,8	-7	0,97057049	0,97425385	0,97300247	0,9724797	11,7705078	14,5024138	14,4145187	15,1354913	-4,39	2,61	0,1456746	0,17948532	0,17839751	0,18732044
Kwasniewski 136 sandstone	83,9	-7,6	0,88725267	0,8906159	0,89089103	0,88812478	22,0277727	26,6265131	25,8305238	27,2532021	-5,42	2,18	0,26254795	0,31736011	0,30787275	0,32482958
Kwasniewski 137 sandstone	91,8	-10,5	0,96861883	0,97134718	0,97319972	0,96750298	9,57118274	11,0768532	10,4482822	12,006819	-7,77	2,73	0,10426125	0,12066289	0,11381571	0,13079324
Misra 162 Sandstone	41,4	-2,64	0,99946326	0,99946407	0,99949686	0,99932187	1,30171499	1,35078009	1,30539884	1,54209367	-2,46	0,18	0,03144239	0,03262754	0,03153137	0,03724864
Misra 163 Sandstone	57,2	-2,64	0,99275048	0,99091553	0,99130674	0,98858876	6,99010586	6,15181397	5,90275077	6,98931511	-4,03	1,39	0,12220465	0,1075492	0,10319494	0,12219082
Misra 164 sandstone	44,3	-2,86	0,99918108	0,99978628	0,99915892	0,99943194	1,70462775	1,03931356	2,05195385	1,70511909	-2,09	0,77	0,03847918	0,0234608	0,0463195	0,03849027
Misra 165 sandstone	95,5	-6,31	0,99523882	0,9956318	0,99534177	0,99443174	5,85444301	5,93139785	6,06831614	6,75193421	-5,76	0,55	0,06130307	0,06210888	0,06354258	0,07070088
Misra 166 sandstone	179,1	-11,06	0,99384731	0,99471183	0,99380607	0,99446872	6,20534538	3,77580227	4,14924131	3,89279086	-19,59	8,53	0,03464738	0,02108209	0,02316718	0,02173529
Misra 167 sandstone	97	-5,39	0,99654079	0,99702571	0,99607065	0,99655118	5,50959131	5,66677322	6,43374449	6,13935704	-4,54	0,85	0,05679991	0,05842034	0,06632726	0,06329234
Misra 168 Sandstone	92	-6,67	0,99073328	0,99542751	0,98994017	0,99428112	9,32305133	9,18664287	10,971749	10,3348403	-3,74	2,93	0,10133751	0,09985481	0,11925814	0,11233522
Murrell 175 sandstone	79,3	-3,1	0,99257148		0,99172487	0,99166214	25,7200532		24,5127186	24,8994056	-3,1	0	0,32433863	0	0,30911373	0,31398998
Ramamurthy 177 sandstone	24,3	-3,29	0,95946285	0,96959521	0,97443106	0,96287314	2,55072513	3,10414205	3,69476485	3,47194316	-1,98	1,31	0,10496811	0,12774247	0,15204794	0,14287832
Singh M. et al sandstone	67,7	-4,79	0,99105761	0,9914541	0,99016098	0,99218264	2,05907945	1,89412072	2,11168435	1,82096093	-5,19	0,4	0,03041476	0,02797815	0,03119179	0,0268975
Singh M. et al 192 cuarcita	103,4	-9,97	0,9843042	0,97311414	0,9725445	0,97454543	2,63840685	4,7659998	5,19101775	4,65153254	-5,54	4,43	0,02551651	0,04609284	0,05020327	0,04498581
Stowe 196 limestone	68	-8,5	0,75611851	0,80695211	0,76081346	0,80037433	18,7356134	33,829701	33,0283217	34,599792	-2,86	5,64	0,27552373	0,4974956	0,48571061	0,50882047
Sheorey (Harza 78)	16,5	-0,62	0,96468697	0,98299939	0,97898529	0,97984249	3,62786783	3,5531064	5,75614982	0,97449908	-1,01	0,39	0,21987078	0,21533978	0,34885756	0,05906055
Sheorey (Hobbs 80)	31,6	-2,17	0,96030202	0,95377345	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	8,77685034	11,977299	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-1,42	0,75	0,27774843	0,37902845	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 82)	13,2	-0,76	0,98895477	0,9906044	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	3,95649945	4,20282007	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-0,57	0,19	0,29973481	0,31839546	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 83)	51,4	-3,41	0,94937267	0,94053813	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	11,8034121	8,42403459	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-6,56	3,15	0,22963837	0,16389172	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 84)	23,9	-2,07	0,97199376	0,97574463	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	6,09327419	6,9276993	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-1,44	0,63	0,25494871	0,2898619	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 85)	21,8	-1,79	0,96894434	0,97054649	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	6,3428205	6,76939205	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-1,51	0,28	0,29095507	0,31052257	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 86)	21,7	-2,45	0,94928786	0,96463123	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	6,83794336	9,63291226	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-0,94	1,51	0,3151126	0,44391301	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 91)	23,6	-0,76	0,97757401	0,96788669	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	9,84515317	8,55662529	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-1,42	0,66	0,41716751	0,36256887	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 92)	15,9	-0,62	0,95421167	0,95080374	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	10,0574836	9,49540066	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-0,75	0,13	0,63254614	0,59719501	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 93)	10,4	-0,89	0,97097791	0,98124487	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	5,27299299	6,09040325	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-0,42	0,47	0,50701856	0,5856157	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 94)	18,1	-1,58	0,97257063	0,97271057	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	5,4111323	8,06964472	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-0,73	0,85	0,29895759	0,44583672	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 95)	30,3	-1,1	0,98026267	0,98171709	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	8,55677827	6,10125346	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-2,27	1,17	0,28240192	0,2013615	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 96)	13,5	-1,1	0,96447474	0,97597148	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	5,99115245	8,01492719	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-0,41	0,69	0,44378907	0,59369831	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 97)	25,4	-1,1	0,98178306	0,97846324	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	7,06370106	6,59551149	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-1,47	0,37	0,27809847	0,25966581	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 98)	13,7	-0,69	0,98990965	0,98863425	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	3,9696684	3,8691659	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-0,82	0,13	0,28975682	0,28242087	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 99)	13,1	-0,55	0,99120945	0,99137931	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	4,42052013	4,41673906	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-0,54	0,01	0,33744428	0,33715565	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 100)	21,5	-0,76	0,97126267	0,9635904	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	10,2953557	9,29489062	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-1,17	0,41	0,47885376	0,43232049	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 101)	25	-1,1	0,99419143	0,99541882	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	4,36327748	3,13979509	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-1,64	0,54	0,1745311	0,1255918	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Sheorey (Hobbs 102)	19,7	-0,89	0,97047384	0,97148343	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	8,96062594	9,07926771	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-0,84	0,05	0,45485411	0,46087653	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Torres (121)	330	-34,49	0,9999971	0,99999462	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	0,39588629	0,54397422	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-35	0,51	0,00119966	0,00164841	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Torres (155)	330	-34,36	0,9947429	0,99477258	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	16,8442936	16,9878893	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-35	0,64	0,05104331	0,05147845	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA
Torres (114)	330	-34,6	0,99945207	0,99942893	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	5,43805807	5,59116546	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	-35	0,4	0,01647896	0,01694293	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA

Ensayo	σ c	σ t	Úcar prediccion	Úcar ajuste	H-B predicción	H-B ajuste	Úcar prediccion	Úcar ajuste	H-B predicción	H-B ajuste	σ t Ajustado	Δt	Úcar prediccion normalizado	Úcar ajuste normalizado	H-B predicción normalizado	H-B ajuste normalizado
	Experimentales (MPa)		R ^ 2				Error típico (MPa)						Error típico			
Guo rs(15)	68	-3,46	0,99610599	0,996667207	0,9968597	0,99465893	3,73646584	3,34691409	3,35542828	4,37599221	-4,06	0,6	0,054948027	0,049219325	0,049344534	0,064352827
GuoTL(16)	52	-3,8	0,9952174	0,99484312	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	3,0771566	3,351278825	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA	-4,19	0,39	0,059176088	0,06444767	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA
Guo LG(16)	226	-1,3	0,99399963	0,99649676	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	9,763315161	7,554994918	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA	-6,24	6,76	0,04320051	0,033429181	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA
Guo PGM	141,68	-1,78	0,98422169	0,99612004	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	3,939837421	2,197171098	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA	-16,14	14,36	0,027808	0,015507983	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA
Guo FGM	70,93	-2,83	0,99169293	0,98941995	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	2,461035053	2,90192915	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA	-9,22	6,39	0,034696674	0,040912578	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA
Guo MGM	65,17	-2,137	0,98708023	0,97238739	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	3,718681201	5,835707951	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA	-6,06	3,923	0,057061243	0,089545925	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA
Guo CGM	48,38	-1,568	0,98885327	0,9836378	NO LITOLOGÍA	NO LITOLOGÍA	2,860310589	3,618102082	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA	-5,58	4,012	0,059121757	0,074785078	NO LITOLOGIA	NO LITOLOGIA
Michelis Marble	48	-6	0,99461824	0,99640383	0,99267835	0,99045357	12,9637534	10,9457549	15,1207343	18,2751212	-4,22	1,78	0,270078196	0,22803656	0,315015298	0,380731692
Moshrefi et al shale	53,35	-13,65	0,77799978	0,82180327	0,77931862	0,81829353	9,87400059	22,2317866	24,7404357	22,4496561	-2,4	11,25	0,185079674	0,416715775	0,463738251	0,420799552
Shah (marble)	78,3	-8,04	0,971252092	0,972349065	0,96969667	0,97024469	7,092428058	6,81200646	7,28177033	7,19404011	-6,7	1,34	0,09058018	0,086998805	0,092998344	0,091877907
Schwartz limest	27,58	-2,49	0,99320049	0,99311957	0,987271091	0,961190113	4,320913561	3,872130066	4,027408394	7,032362836	-2,37	0,12	0,156668367	0,140396304	0,14602641	0,254980523
Schwartz Sands	62,05	-3,03	0,994292811	0,99454911	0,99364367	0,99461472	8,573440097	8,82271968	9,31095933	8,57028849	-1,89	1,14	0,138169865	0,142187263	0,150055751	0,138119073
Schwartz marble	41,37	-4,48	0,99041735	0,99214178	0,98639235	0,97905239	5,304637362	6,042728133	7,20081934	8,93423833	-3,48	1	0,128224253	0,146065461	0,174058964	0,21595935
Sheo_Barat_schist	92,9	-8,44	0,958291643	0,98180285	0,95846467	0,98067303	16,63865523	10,9902715	16,6041062	12,095374	-2,46	5,98	0,179102855	0,118302169	0,17873096	0,130197783
Sheo_Bet_12 cuarzodiorita	155,1	-12,3	0,97744367	0,96871107	0,97198243	0,96950341	9,47667017	9,83056559	10,561772	9,72024726	-4,85	7,45	0,061100388	0,063382112	0,068096531	0,06267084
Sheo_Bet_13 granito	223,9	-12,94	0,99994871	0,999577045	0,99900454	0,99976817	0,839174237	2,391676234	3,69697727	1,77443348	-8,5	4,44	0,003747987	0,010681895	0,016511734	0,007925116
Sheo_Bet_14 sandstone	145,8	-6,8	0,999429424	0,999429424	0,99864947	0,99953074	2,461927351	2,1673263	3,78766135	2,23603913	-6	0,8	0,016885647	0,014865064	0,025978473	0,015336345
Sheo_Bet_16 limestone	56,4	-5,4	0,98485565	0,98485565	0,98624417	0,98536735	7,302422687	7,994352057	7,23199897	7,87987841	-2,77	2,63	0,12947558	0,141743831	0,128226932	0,139714156
Sheo_Bet_17 gneiss	326,8	-15,9	0,945680987	0,947620962	0,95032594	0,94458011	12,95223812	13,52225924	12,6133625	13,6923097	-19,62	3,72	0,039633532	0,041377782	0,03859658	0,041898132
Sheo_Bet_18 granodiorita	83,3	-12,1	0,931644577	0,96016822	0,96515379	0,95729342	13,26432358	10,1254297	9,4705755	11,4610017	-3,67	8,43	0,159235577	0,121553778	0,113692383	0,137587055
Sheo_Bet_19 limestone	128,1	-9,4	0,975192872	0,974539278	0,97839848	0,97631747	10,00232573	10,28542148	9,33372248	9,94368987	-8,73	0,67	0,078082168	0,080292127	0,072862783	0,077624433
Sheo_Bet_20 cuarzodiorita	184,5	-14,9	0,93402531	0,936383698	0,91506891	0,94085807	11,82153023	9,761124886	13,4127665	9,45827743	-16,58	1,68	0,064073335	0,052905826	0,072697921	0,051264376
Sheo_Bet_21 gran. brecha	363	-17,8	0,986036053	0,986036053	0,98947737	0,98480214	0,990152669	5,053727801	4,20949236	5,28705804	-31,83	14,03	0,002727693	0,013922115	0,011596398	0,014564898
Sheo_Bet_21 gneiss	44,7	-16,6	0,858720253	0,91246531	0,92501039	0,905973	13,52310397	10,6445312	9,85228513	12,4034954	-2,47	14,13	0,30253029	0,238132689	0,220409063	0,277483119
Sheo_Bet_23 diorita	58,8	-12,8	0,979003473	0,979485528	0,97711862	0,97978877	4,348425087	4,335819095	4,53940938	4,34522141	-5,55	7,25	0,073952808	0,07373842	0,07720084	0,073898323
Sheo_Bet_24 lamprofiro	140,4	-12,5	0,738894066	0,764448632	0,71282038	0,77831175	15,82028019	9,577670686	16,5913838	9,39553937	-27,1	14,6	0,112680058	0,068217028	0,118172249	0,066919796
Sheo_Bet_25 cuarzodiorita	76	-9,9	0,991096052	0,998830679	0,99894672	0,99833337	5,108116894	1,877710949	1,75687399	2,25050254	-3,25	6,65	0,067212064	0,024767623	0,023116763	0,029611876
Sheo_Bet_26 tuff aglomerado	100,1	-9,3	0,994410336	0,995486183	0,99384896	0,99627477	2,024743979	1,804639295	2,12398541	1,65439347	-12,72	3,42	0,020227213	0,018028365	0,021218635	0,016527407
Sheo_Bet_27 cuarzita	168,1	-13,7	0,988438614	0,994572881	0,9820132	0,99698727	3,925680906	2,602313731	4,89651357	1,95556509	-28,46	14,76	0,023353248	0,015480748	0,029128576	0,011633344
Sheo_Bet_28 andesita	225,2	-9,7	0,997969171	0,998627199	0,997835	0,99683565	3,35019122	2,782648288	3,45908744	4,2690938	-30,41	20,71	0,014876515	0,012356342	0,015360069	0,0189569
Sheo_Bet_29 diorita	144,6	-12,7	0,997530658	0,994858625	0,99797823	0,99259133	2,178271081	1,444602513	2,66404273	1,74538436	-32,5	19,8	0,015064115	0,009990335	0,018423532	0,012070431
Sheo_Bet_30 basalto	99	-10,8	0,96663211	0,978270271	0,9478561	0,98548687	6,013046391	1,757090798	2,8431228	1,45008936	-34,48	23,68	0,060737842	0,017748392	0,028718412	0,014647367
Sheo_Bet_31 riolita	112	-12,5	0,986585624	0,98291304	0,99026181	0,96996825	9,774081493	9,003908196	12,2608154	12,3208701	-17,02	4,52	0,087268585	0,080392037	0,109471566	0,110007769
Sheo_bore_32 sandstone	125,4	-10,9	0,946079927	0,945419759	0,94664011	0,94330581	17,06959565	15,35317873	21,9318716	15,9354453	-12,93	2,03	0,136121177	0,122433642	0,174895308	0,127076916
Sheo_bore_33 sandstone	115,4	-11,66	0,981016553	0,981214727	0,97877493	0,98266139	9,175028669	8,81523554	13,204177	8,60610516	-12,28	0,62	0,079506314	0,076388523	0,114420945	0,074576301
Chan-47_cuarcita	224,1	-15,7	0,915513873	0,911847407	0,90607094	0,91607888	19,28983605	21,69595611	26,0225841	21,2513818	-13,83	1,87	0,086076912	0,096813727	0,116120411	0,094829905
Dayre_Giraud_48 granodiorita	230	-17	0,9981853	0,999783207	0,99984623	0,99959968	6,692822271	3,303700433	3,16463117	4,50901859	-9,68	7,32	0,029099227	0,014363915	0,013759266	0,019604429
Duglosz_49 sandstone	104	-6	0,995940743	0,99577009	0,99380097	0,99386631	8,906810472	8,944763698	10,857483	10,8388047	-6,18	0,18	0,085642408	0,086007343	0,104398875	0,104219276
Dunikowski 57 sandstone	28,1	-0,72	0,993209105	0,997446025	0,99893894	0,99863052	6,270475691	2,754036211	1,07465637	2,02636029	-1,34	0,62	0,223148601	0,098008406	0,038243999	0,072112466
Everling 58 Sandstone	127,5	-8,04	0,968196909	0,967052764	0,96455541	0,96135723	29,97960763	29,08598247	33,0693478	31,8858347	-8,73	0,69	0,235134177	0,228125353	0,259367434	0,250084978
Glushko y Kimichanskij 68 sandstone	42	-3	0,826271098	0,82524662	0,82371616	0,82772908	4,299316924	5,03670181	5,05870913	4,51592395	-2,81	0,19	0,102364689	0,119921472	0,120445455	0,107521999
Gnirk y Cheatham 69 limestone	186,2	-8,14	0,70916907	0,658814777	0,65064581	0,63197763	132,7176129	85,11297969	77,8458299	89,4955474	-18,84	10,7	0,712769135	0,457105154	0,418076423	0,480642038
Gnirk y Cheatham 70 marmol	75,9	-5,96	0,972298249	0,96193071	0,98037937	0,96622658	20,40112469	33,41784695	26,7828906	31,6807596	-3,2	2,76	0,268789522	0,440287839	0,352870759	0,417401312
Gnirk y Cheatham 71 marmol	102,8	-7,45	0,995803187	0,997936884	0,99840778	0,99969871	9,090781976	5,210631212	5,5472	2,03059667	-10,47	3,02	0,088431731	0,050687074	0,053961089	0,019752886
Gustkiewicz 73 sandstone	88	-5,99	0,988683608	0,987689237	0,98533033	0,98812064	27,08482161	34,51326018	37,0781988	34,149746	-3,164335581	2,825664419	0,307782064	0,392196138	0,421343168	0,388065295
Hossaini y Vutukuri 125 sandstone	48	-3,85	0,998973975	0,99865438	0,99930246	0,99721411	1,693515143	1,765981138	1,23666585	2,57917184	-4,49	0,64	0,035281571	0,036791274	0,025763872	0,053732747

ANEXO 2: EJEMPLOS DEL PROCEDIMIENTO SEGUIDO APLICADO A LOS DIFERENTES DATOS BIBLIOGRÁFICOS: CRITERIOS DE HOEK – BROWN Y DE ROBERTO ÚCAR EN SUS VERSIONES PREDICTIVAS Y AJUSTADAS

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE DAYRE Y GIRAUD (SHEOREY, 1997)

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO

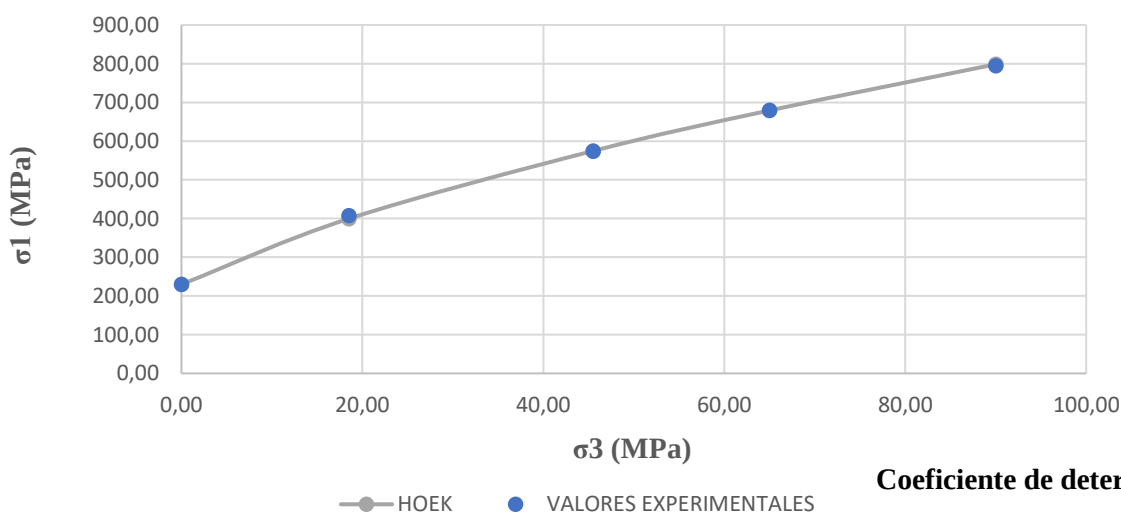


Coefficiente de determinación $R^2= 0,99984622$

Error estándar= 2,7677629

$mi= 29$

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO

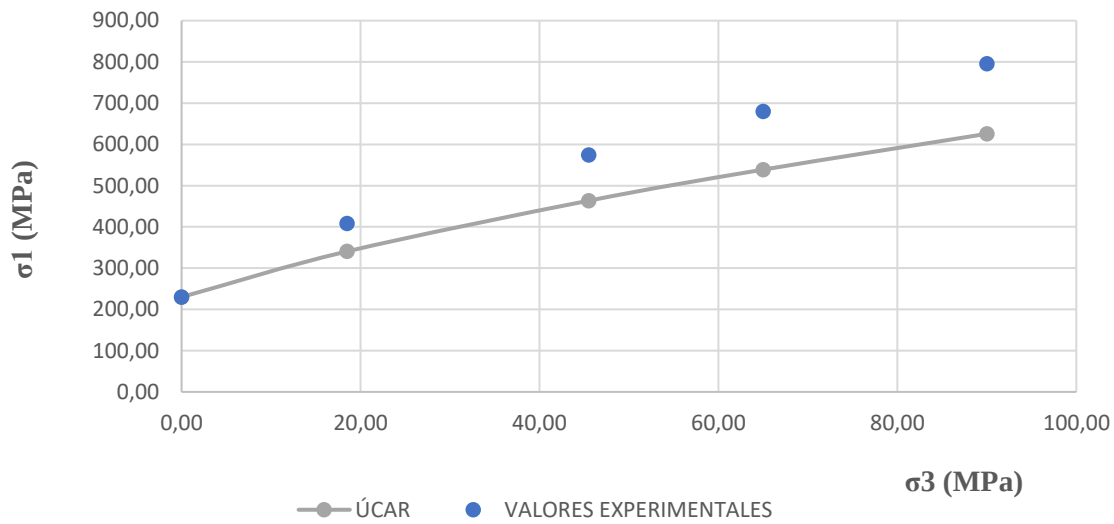


Coefficiente de determinación $R^2= 0,9995996$

Error estándar= 4,5090185

$mi= 21,6943$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO

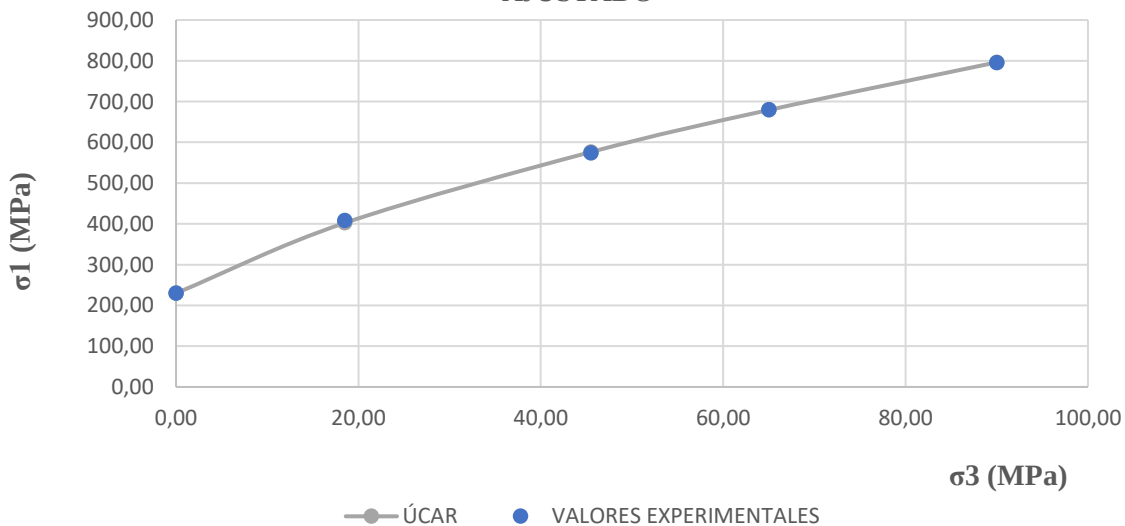


Coefficiente de determinación $R^2 = 0,9981852$

Error estándar= 6,692822

$\xi = -0,07$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL
AJUSTADO



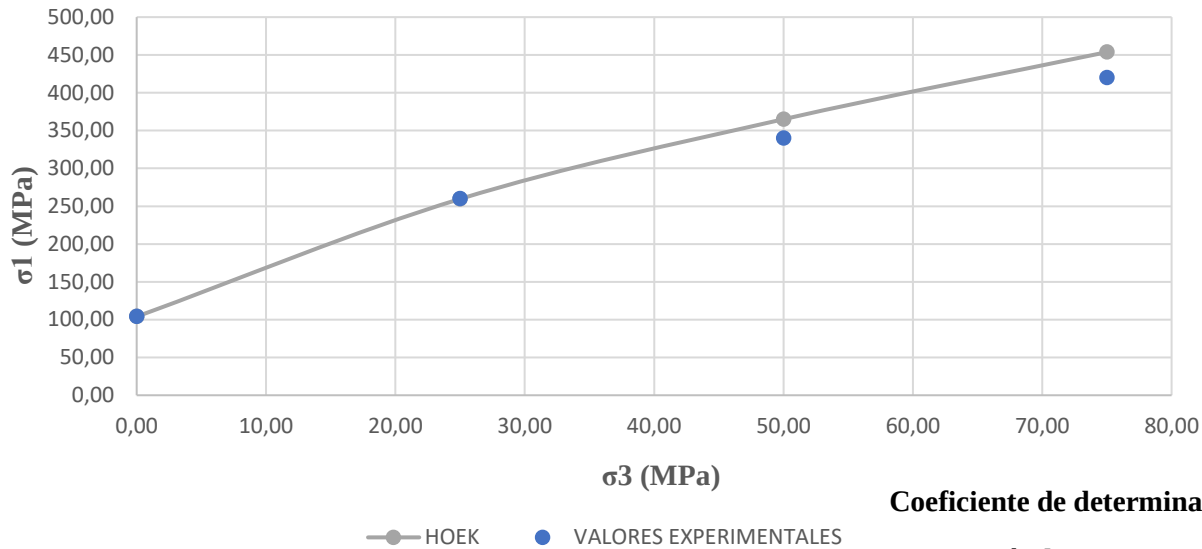
Coefficiente de determinación $R^2 = 0,9997832$

Error estándar= 3,30370

$\xi = -0,04$

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE DLUGOSZ ET AL. (SHEOREY,1997)

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO

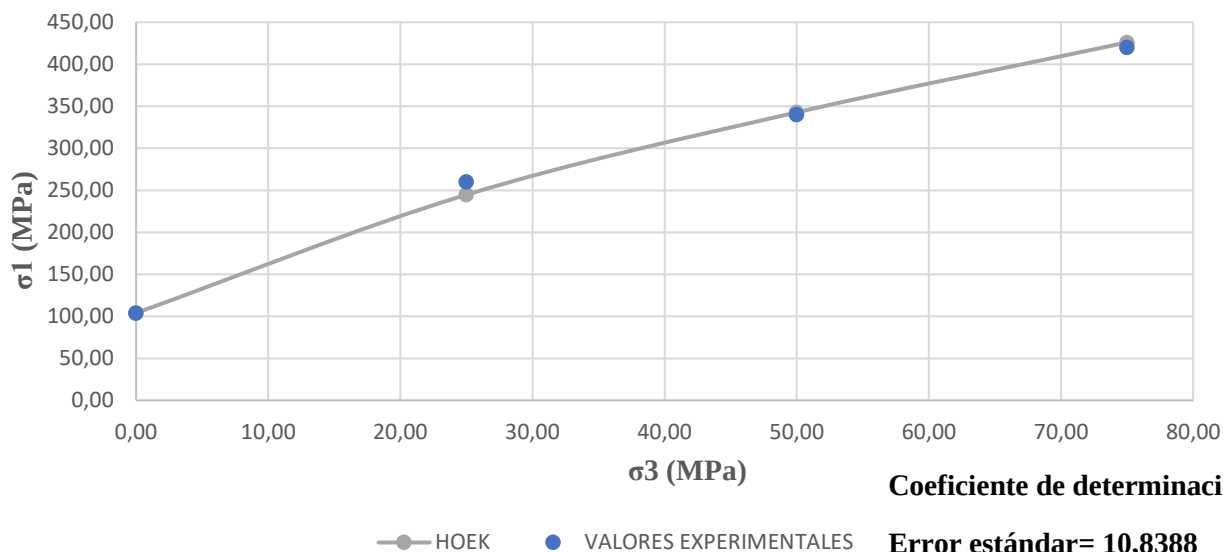


Coefficiente de determinación $R^2= 0,65888395$

Error estándar= 30,113

$mi= 17$

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO

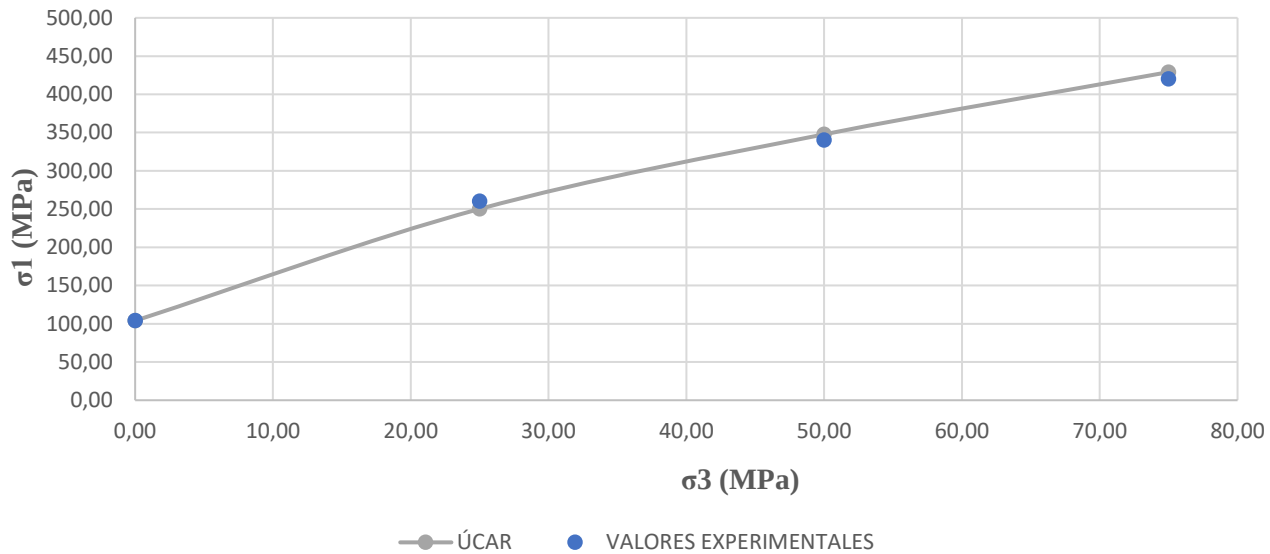


Coefficiente de determinación $R^2= 0,993866$

Error estándar= 10,8388

$mi= 14,40$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL PREDICTIVO

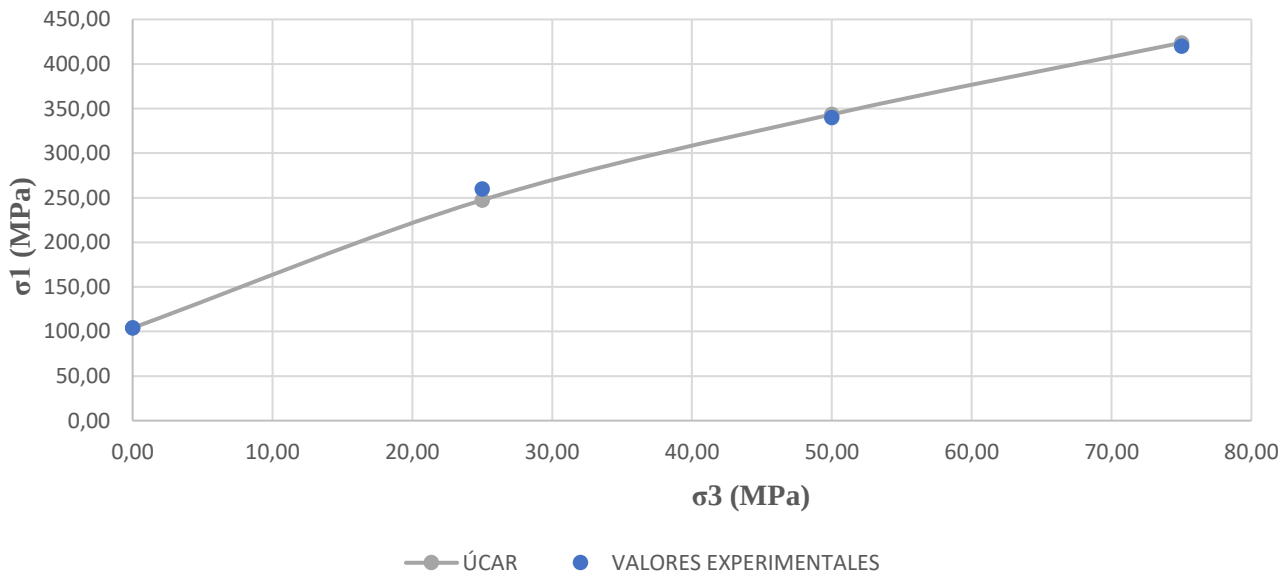


Coefficiente de determinación $R^2 = 0,9959407$

Error estándar= 8,9068104

$\xi = -0,06$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL AJUSTADO



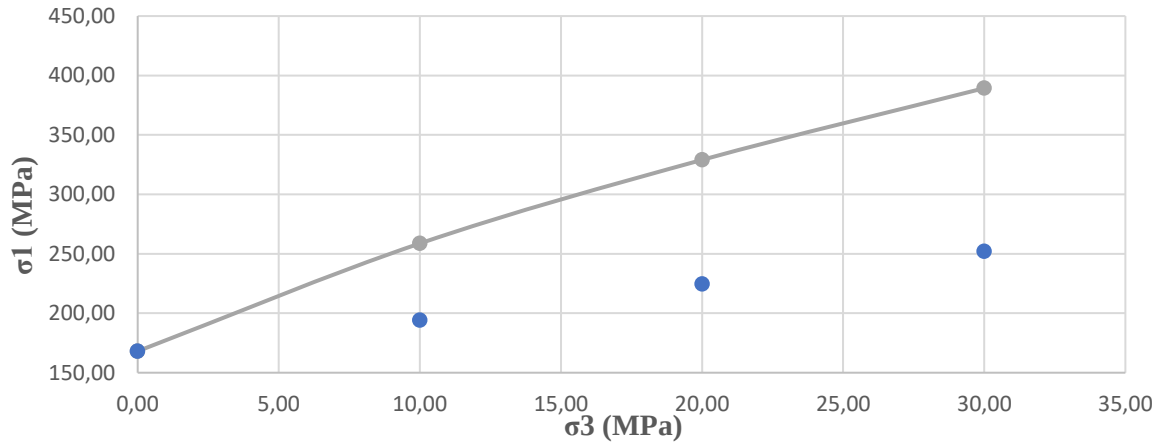
Coefficiente de determinación $R^2 = 0,9957700$

Error estándar= 8,944763

$\xi \approx -0,06$

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE BETOURNEY 27 (SHEOREY,1997)

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO



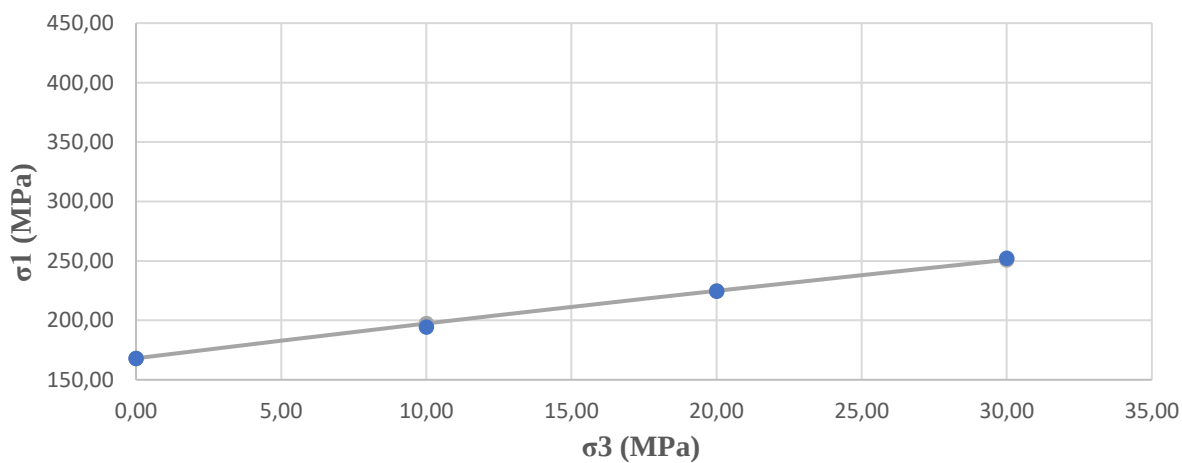
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2= 0,98201$

Error estándar= 4,89651

$mi= 20$

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO



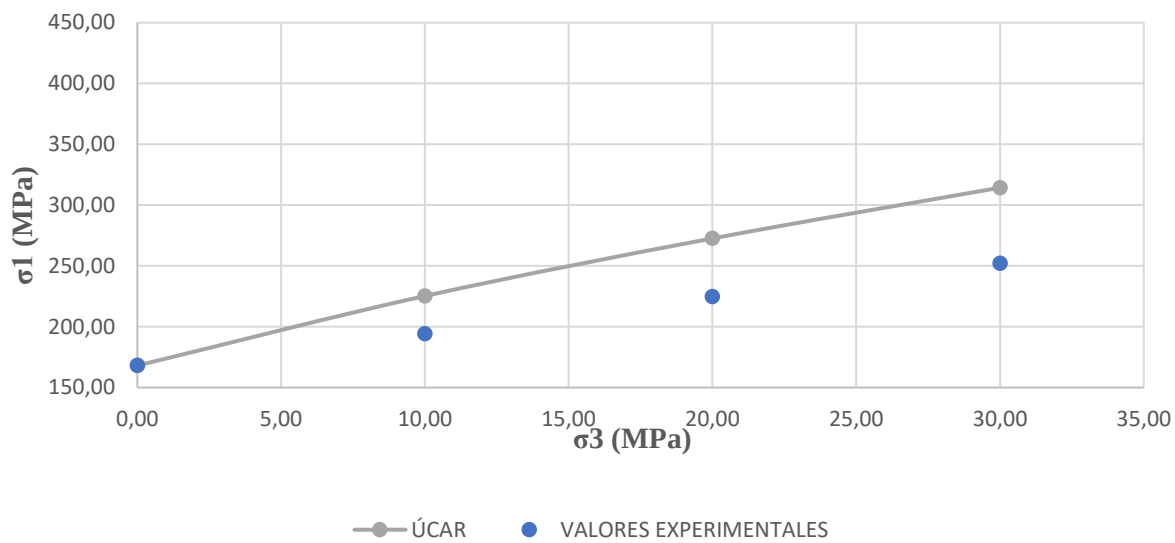
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2= 0,9969872$

Error estándar= 1,9555650

$mi= 4,07$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL PREDICTIVO

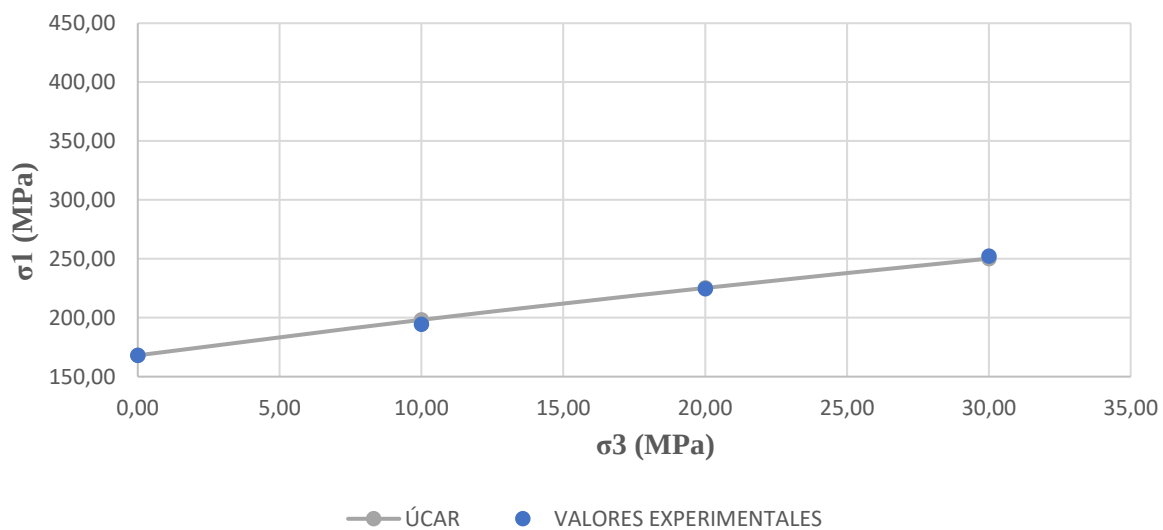


Coeficiente de determinación $R^2 = 0,988438$

Error estándar= 3,925680

$\xi = -0,08$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL AJUSTADO



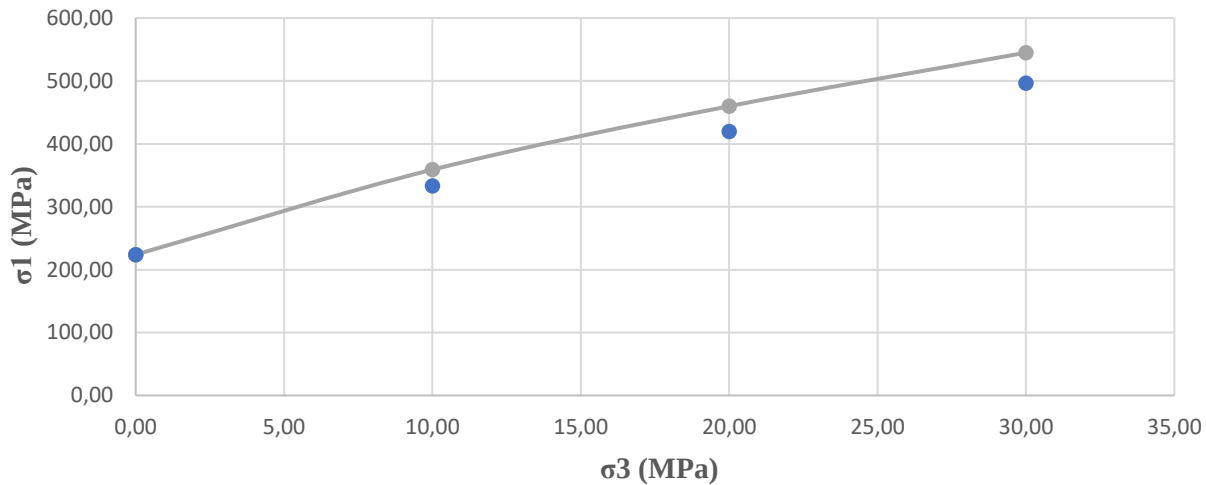
Coeficiente de determinación $R^2 = 0,9945728$

Error estándar= 2,6023137

$\xi = -0,17$

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE BETOURNEY 13 (SHEOREY,1997)

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO



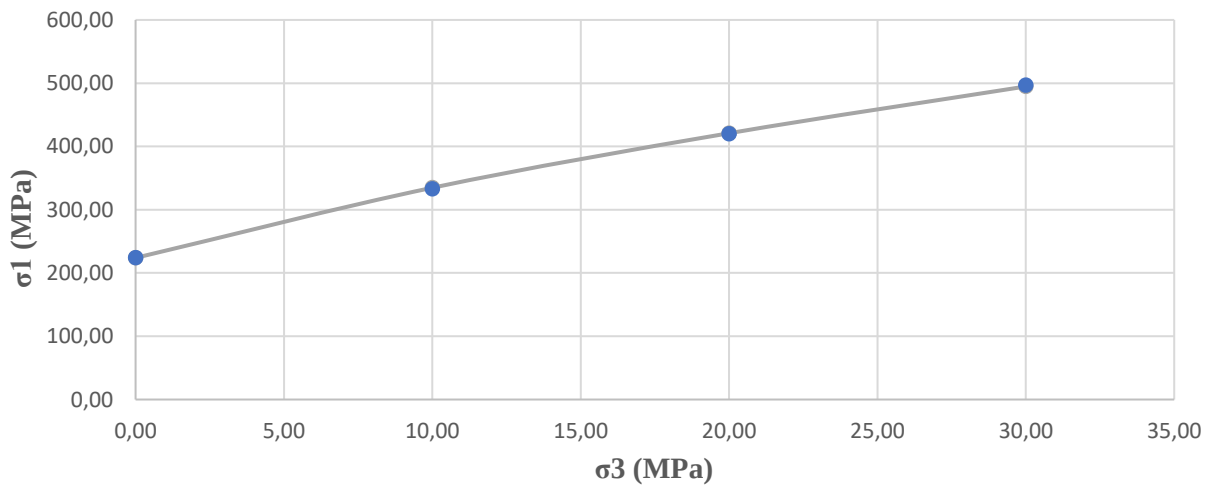
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coeficiente de determinación $R^2= 0,999004$

Error estándar= 3,696977

$mi= 32$

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO



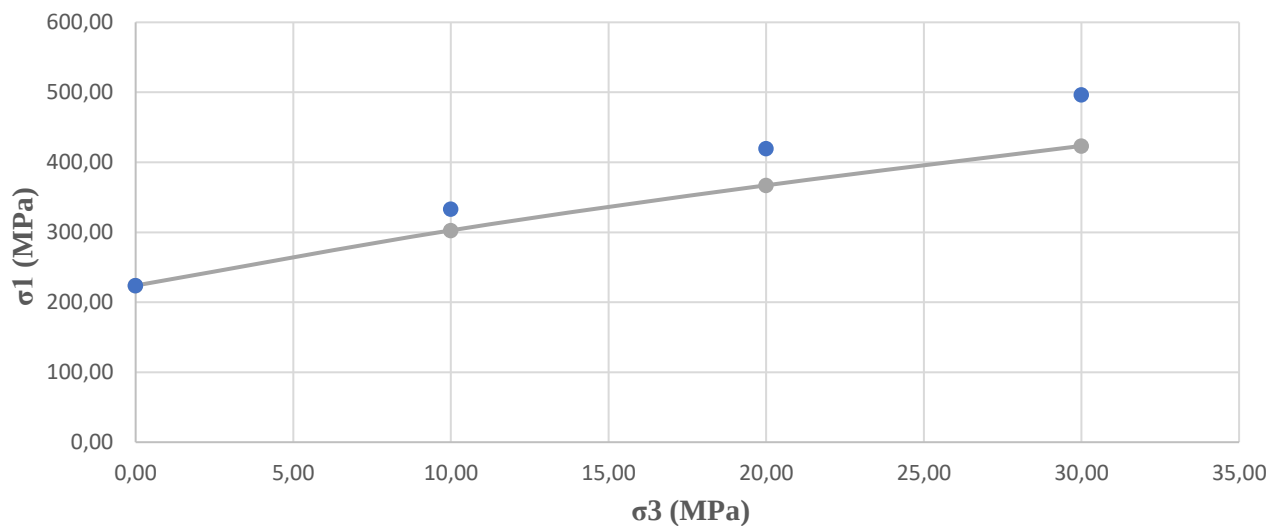
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coeficiente de determinación $R^2= 0,99976817$

Error estándar= 1,7744334

$mi= 24,70$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL PREDICTIVO



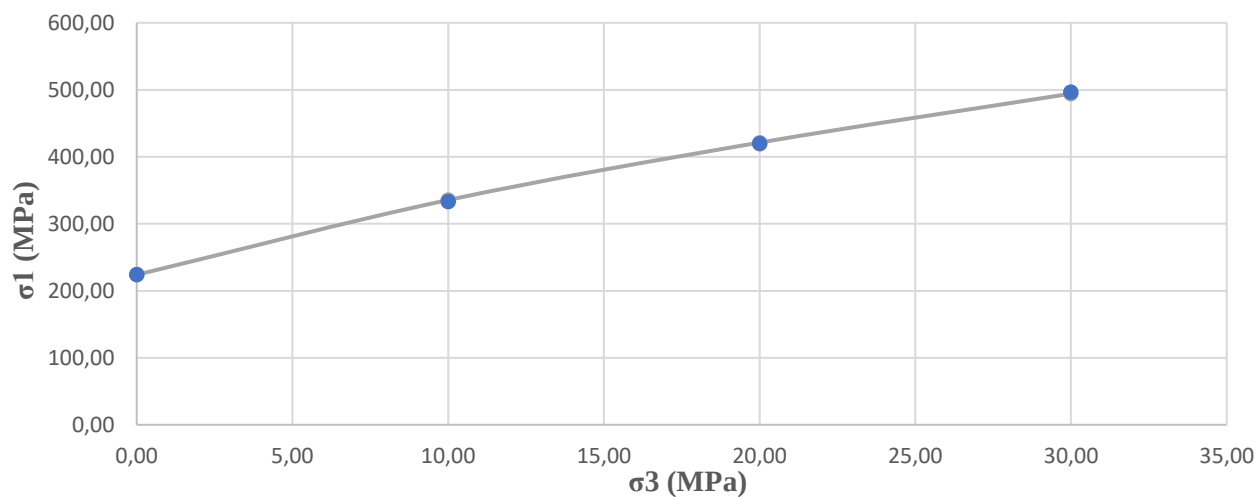
—●— ÚCAR ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2 = 0,999948709$

Error estándar= 0,839174

$\xi = -0,06$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL AJUSTADO



—●— ÚCAR ● VALORES EXPERIMENTALES

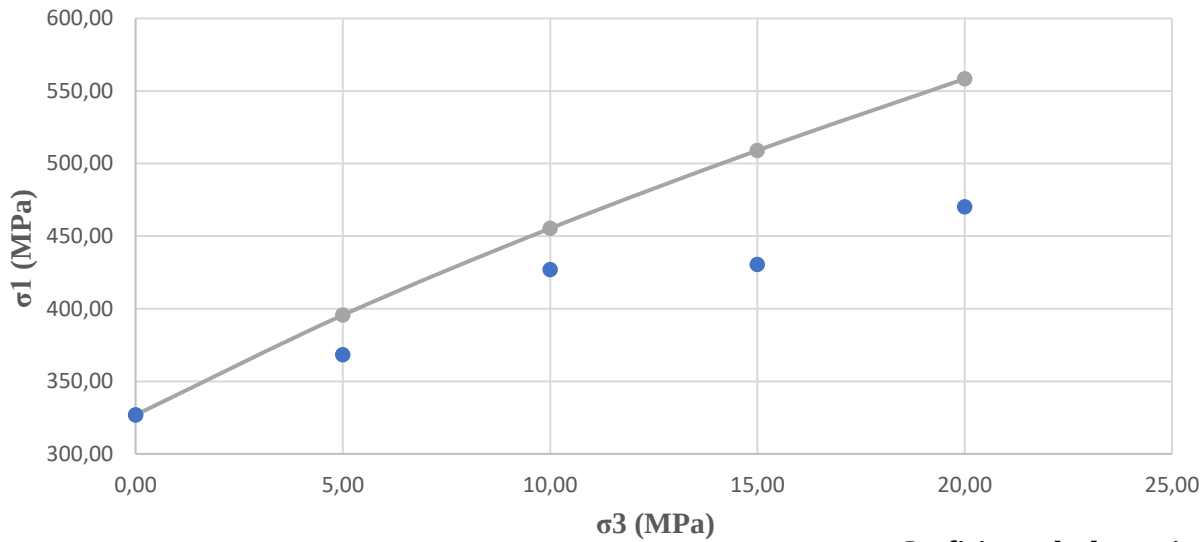
Coefficiente de determinación $R^2 = 0,999577045375$

Error estándar= 2,391676

$\xi = -0,04$

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE BETOURNEY 17 (SHEOREY, 1997)

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO

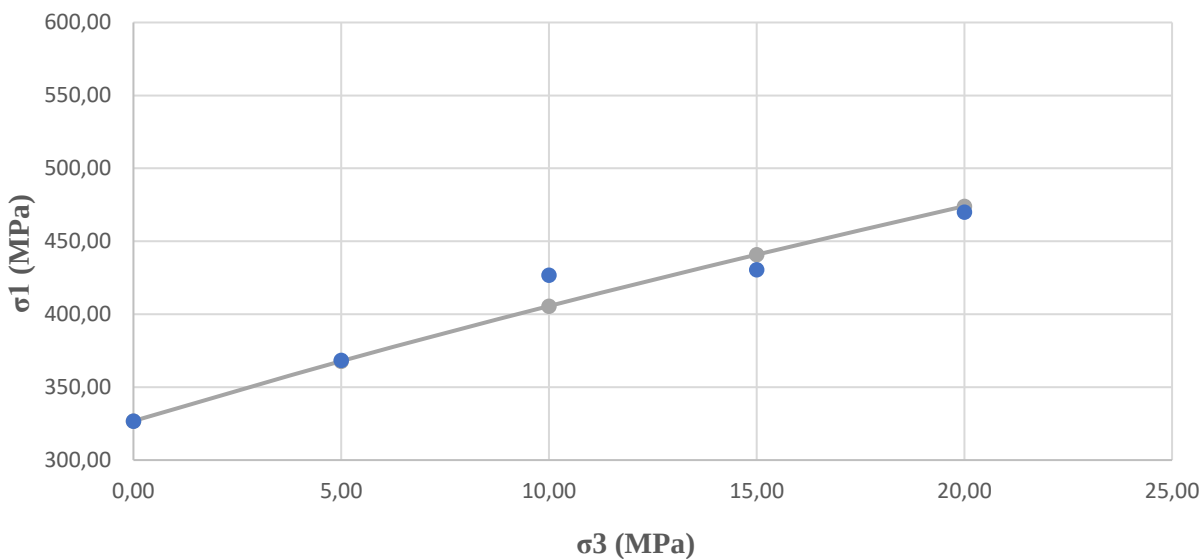


Coefficiente de determinación $R^2= 0,95032594$

Error estándar= 12,613362

$mi= 28$

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO

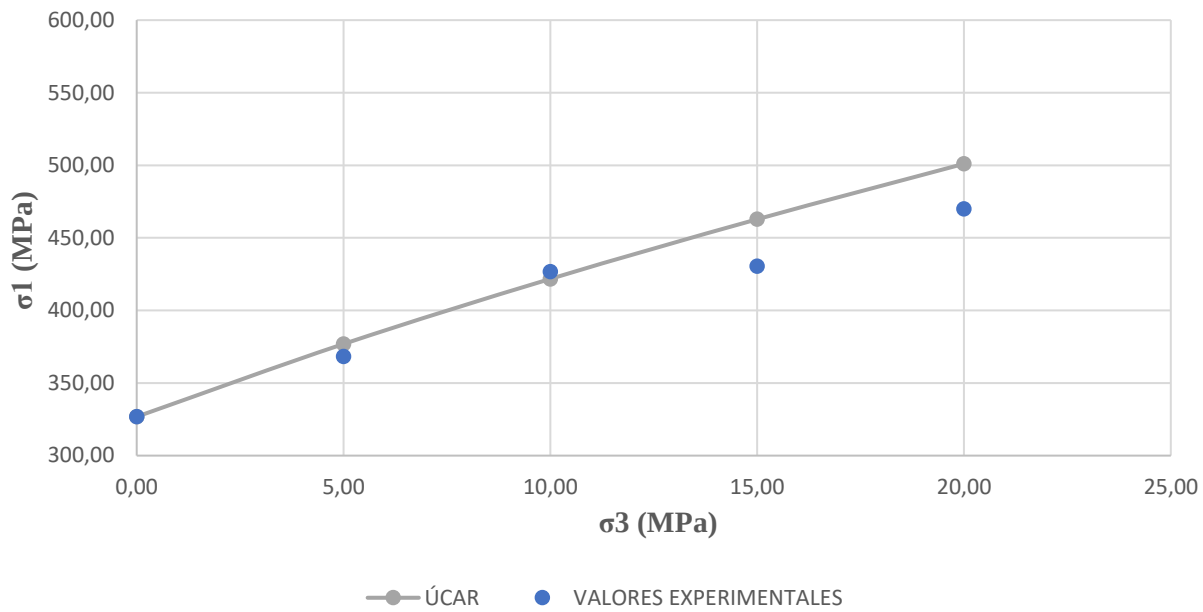


Coefficiente de determinación $R^2= 0,94458011$

Error estándar= 13,692309

$mi= 15,20$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL PREDICTIVO

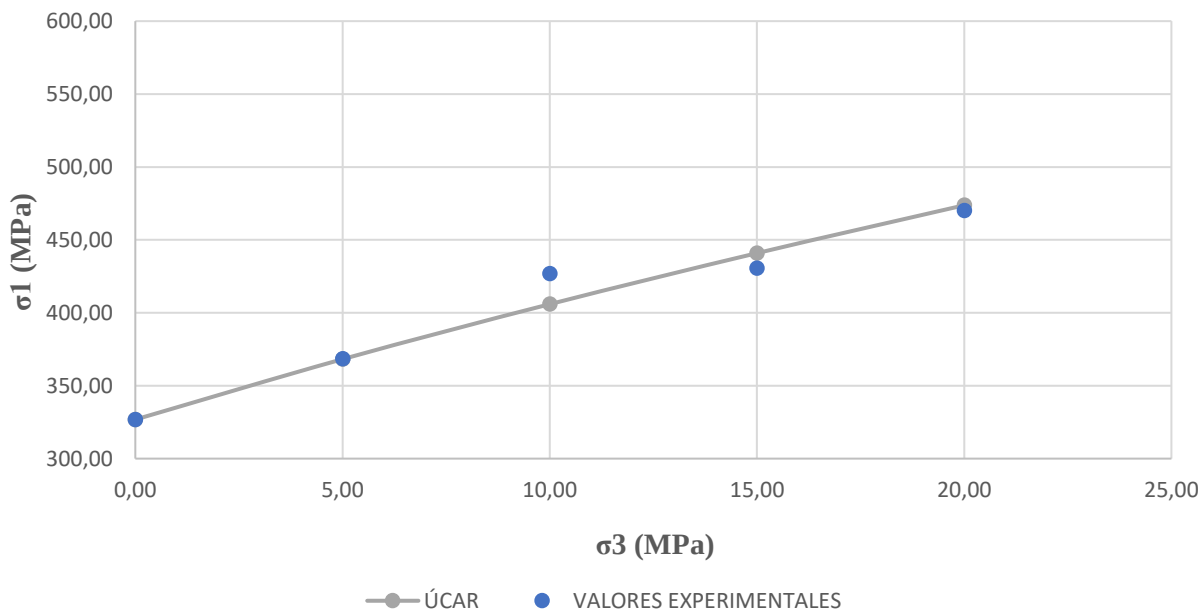


Coeficiente de determinación $R^2 = 0,94762096$

Error estándar= 12,95223812

$\xi = -0,05$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL AJUSTADO



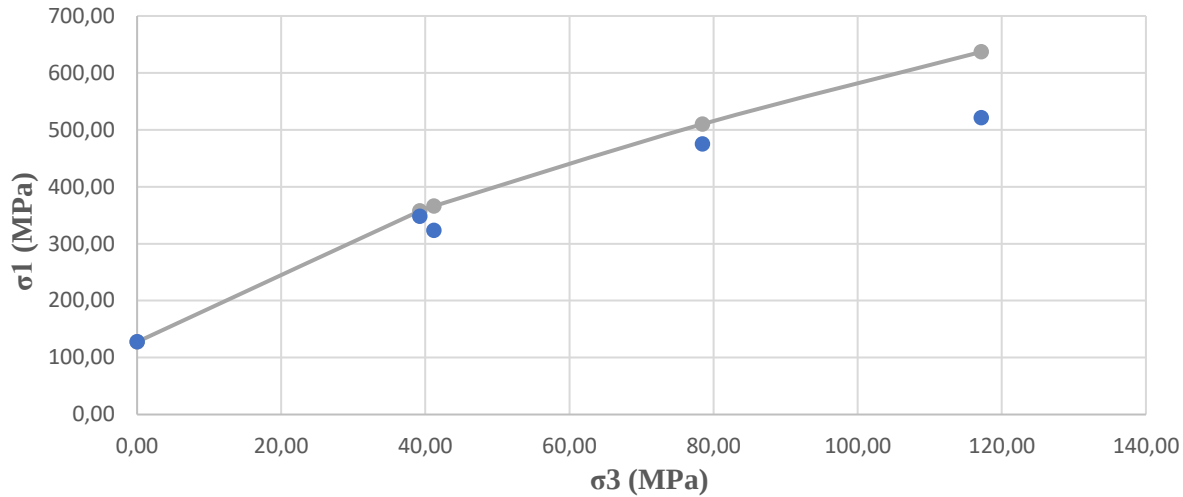
Coeficiente de determinación $R^2 = 0,945680986$

Error estándar= 13,52225924

$\xi = -0,06$

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE EVERLING 58 (SHEOREY, 1997)

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO



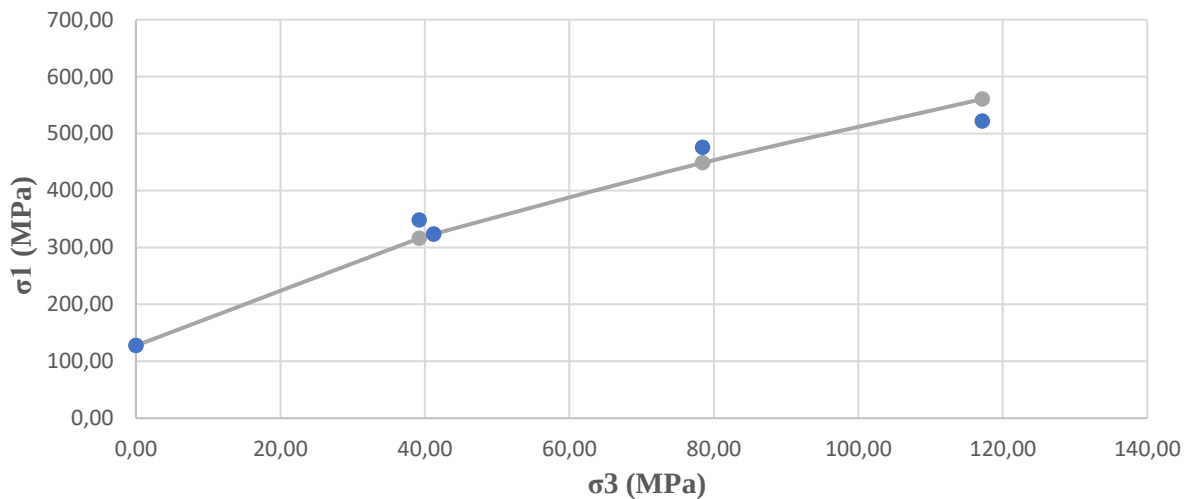
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2= 0,967449531$

Error estándar= 27,8018991

$mi= 17$

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO



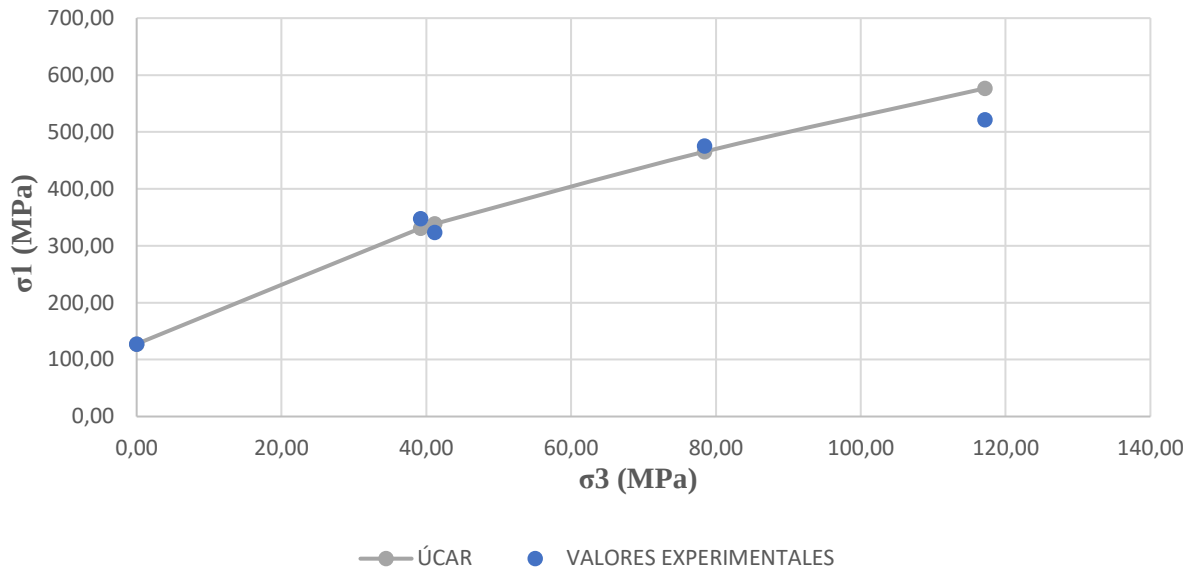
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2= 0,9613572312$

Error estándar= 31,88583473

$mi= 12,07$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL PREDICTIVO

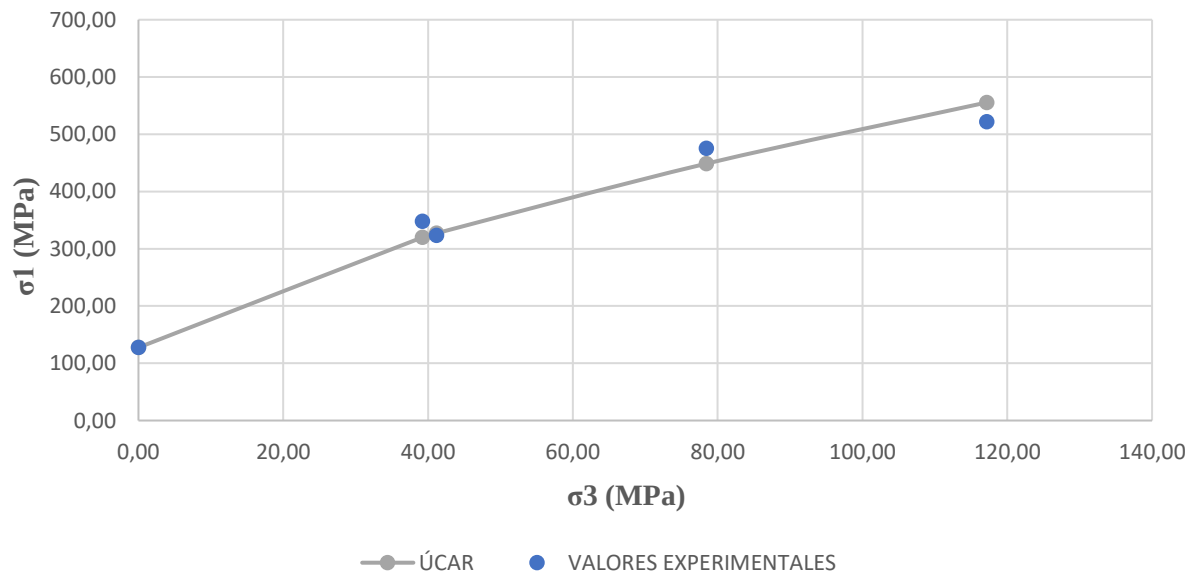


Coeficiente de determinación $R^2 = 0,96819690$

Error estándar= 29,9796076

$\xi = -0,06$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL AJUSTADO



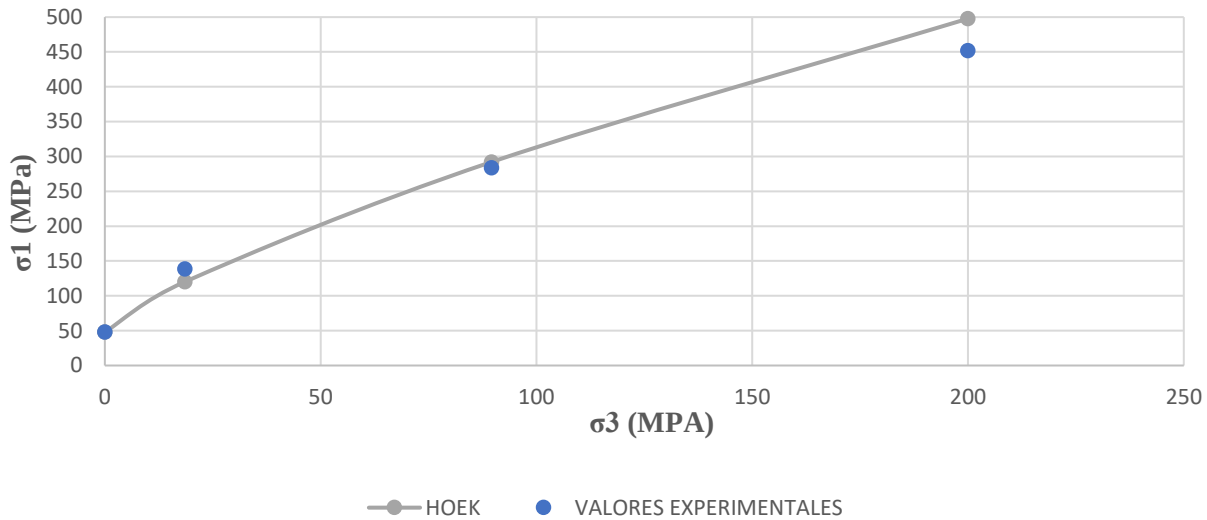
Coeficiente de determinación $R^2 = 0,96705276$

Error estándar= 29,0859824

$\xi = -0,07$

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE MICHELIS (1981)

COMPARATICA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO

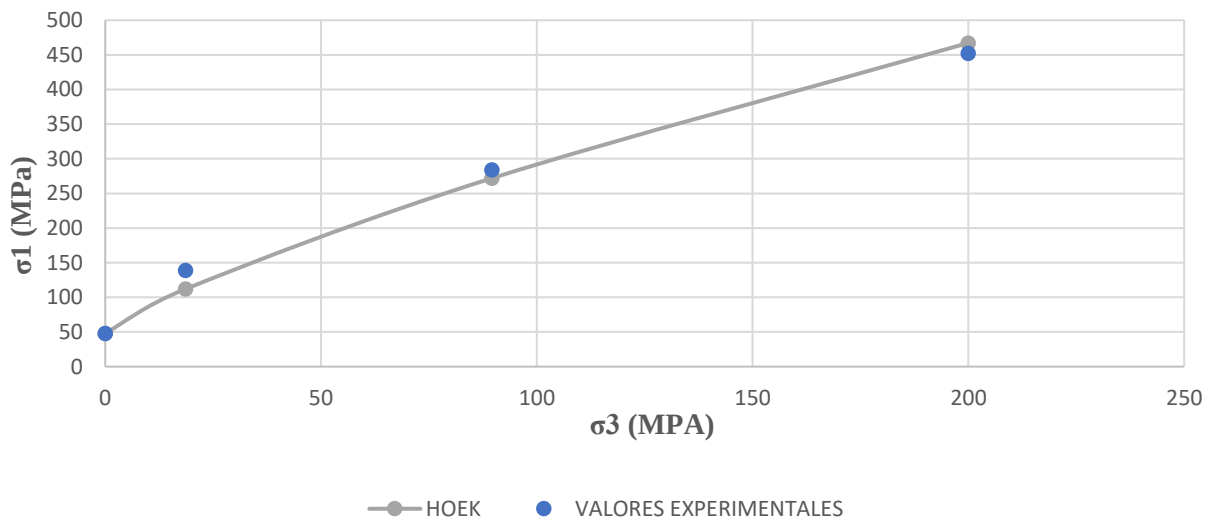


Coefficiente de determinación $R^2= 0,99267835$

Error estándar= 17,1410226

$mi= 9$

COMPARATICA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO

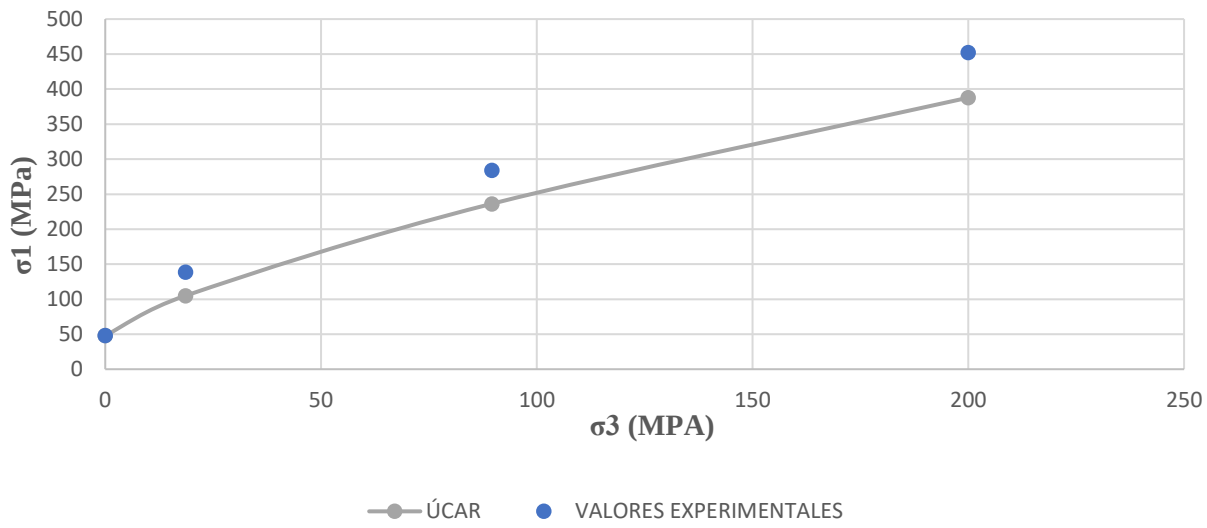


Coefficiente de determinación $R^2= 0,990453566$

Error estándar= 18,275121

$mi= 7,19$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL PREDICTIVO

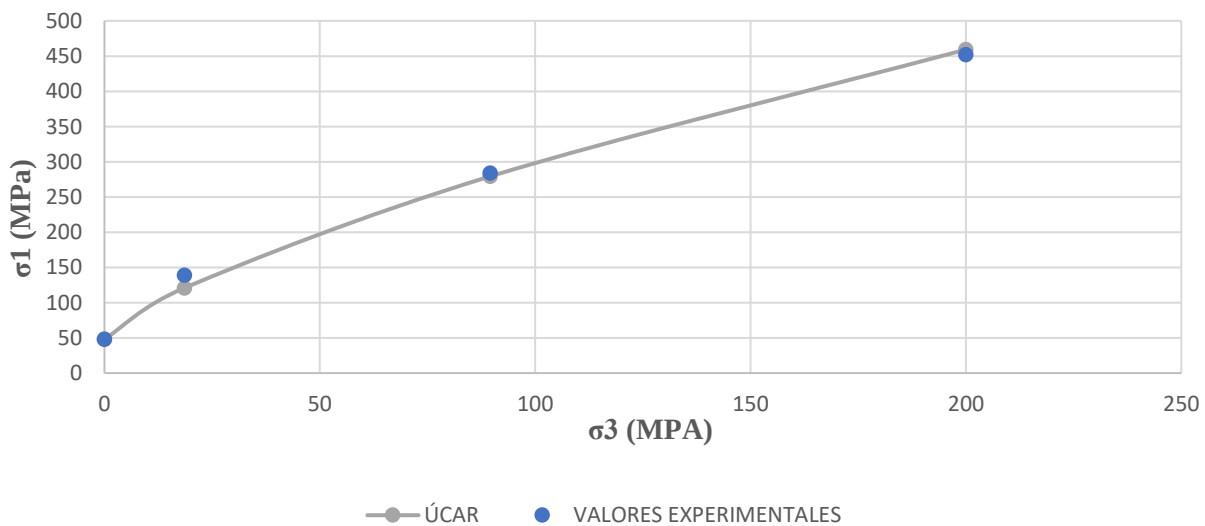


Coefficiente de determinación $R^2 = 0,9946182$

Error estándar = 12,963753

$\xi = -0,12$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL AJUSTADO



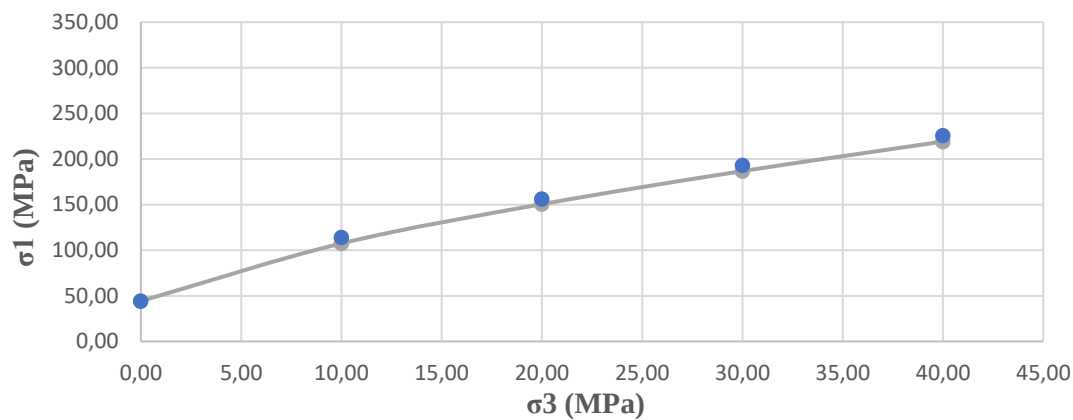
Coefficiente de determinación $R^2 = 0,99640383$

Error estándar = 10,9457548

$\xi = -0,08$

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE MISRA 164 (SHEOREY, 1997)

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO



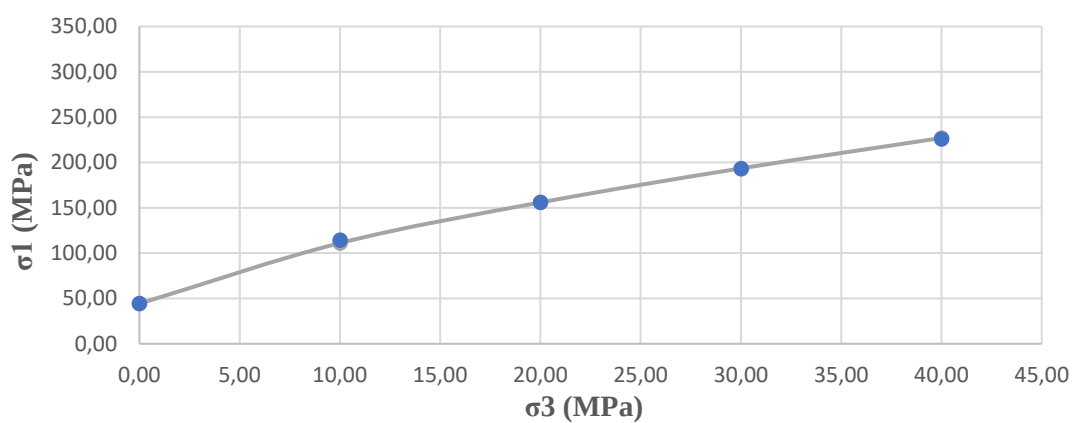
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2= 0,99915892016$

Error estándar= 2,05195384

***mi*= 17**

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO



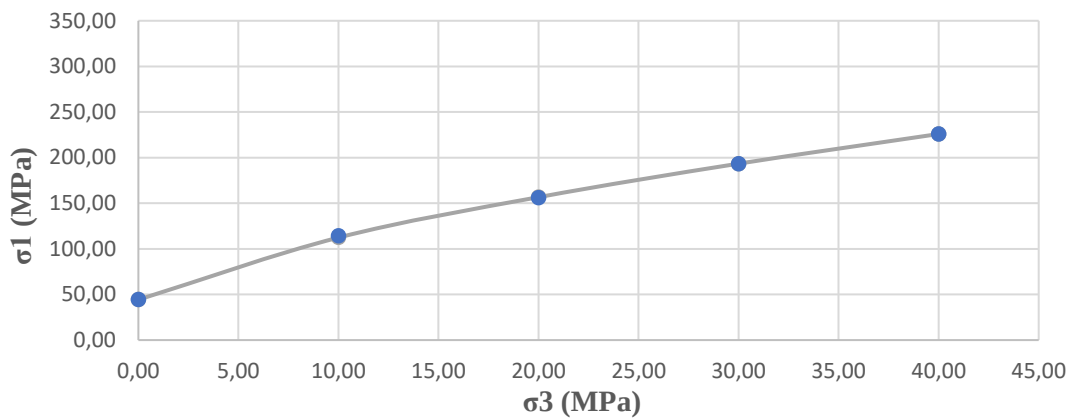
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2= 0,9994319396$

Error estándar= 1,705119

***mi*= 18,63**

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL AJUSTADO



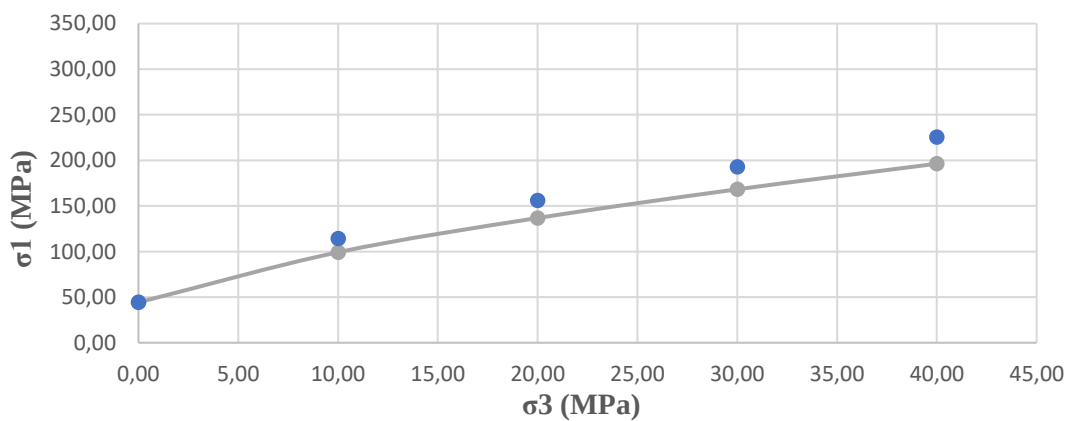
—●— ÚCAR ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2 = 0,99918108$

Error estándar = 1,7046277

$\xi = -0,06$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL PREDICTIVO



—●— ÚCAR ● VALORES EXPERIMENTALES

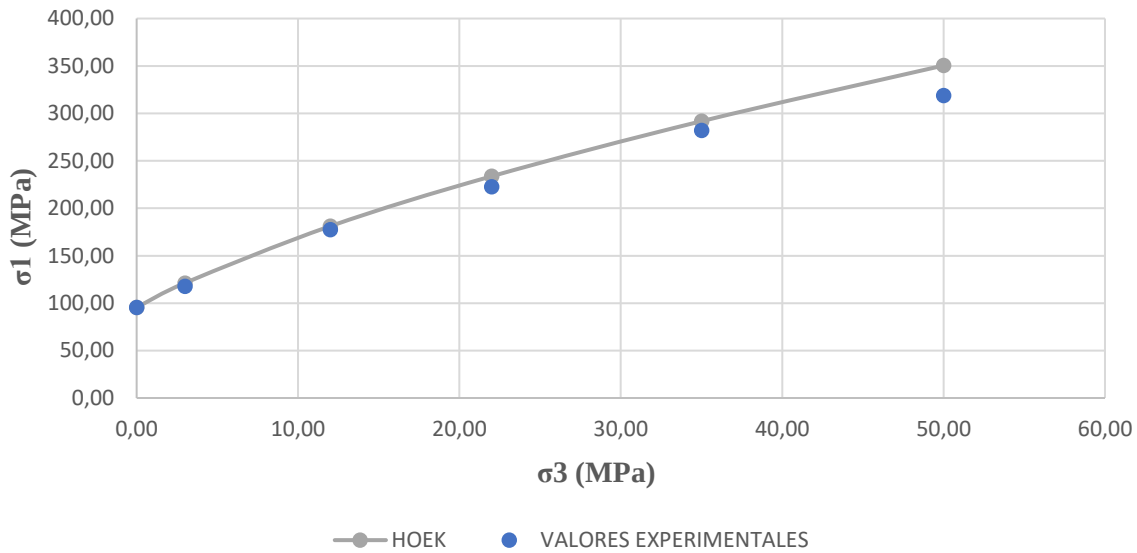
Coefficiente de determinación $R^2 = 0,99978628$

Error estándar = 1,039313

$\xi = -0,05$

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE MISRA 165 (SHEOREY,1997)

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO

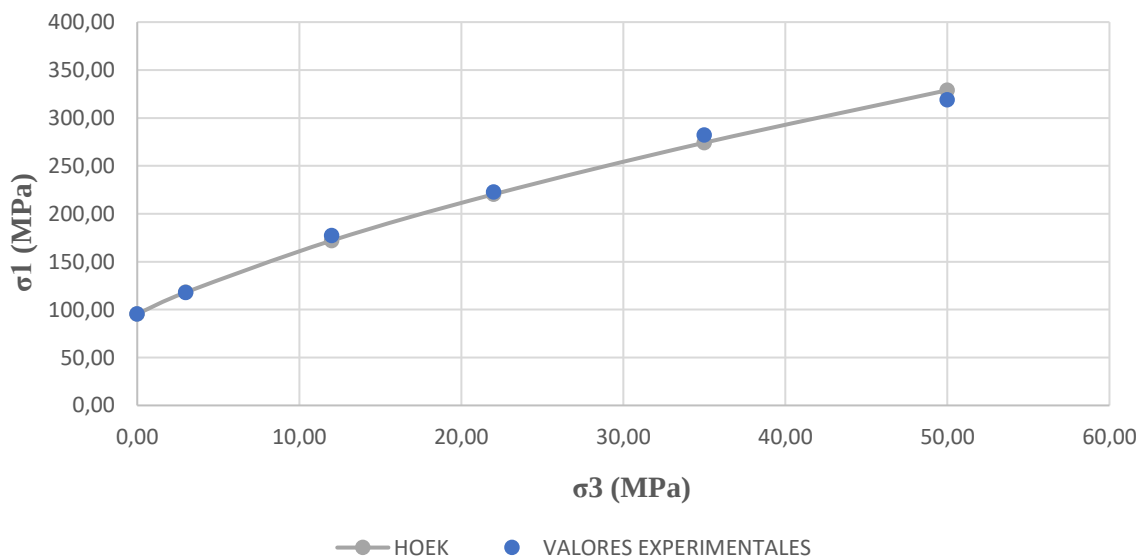


Coefficiente de determinación $R^2= 0,995341767$

Error estándar= 6,0683161

mi= 17

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO

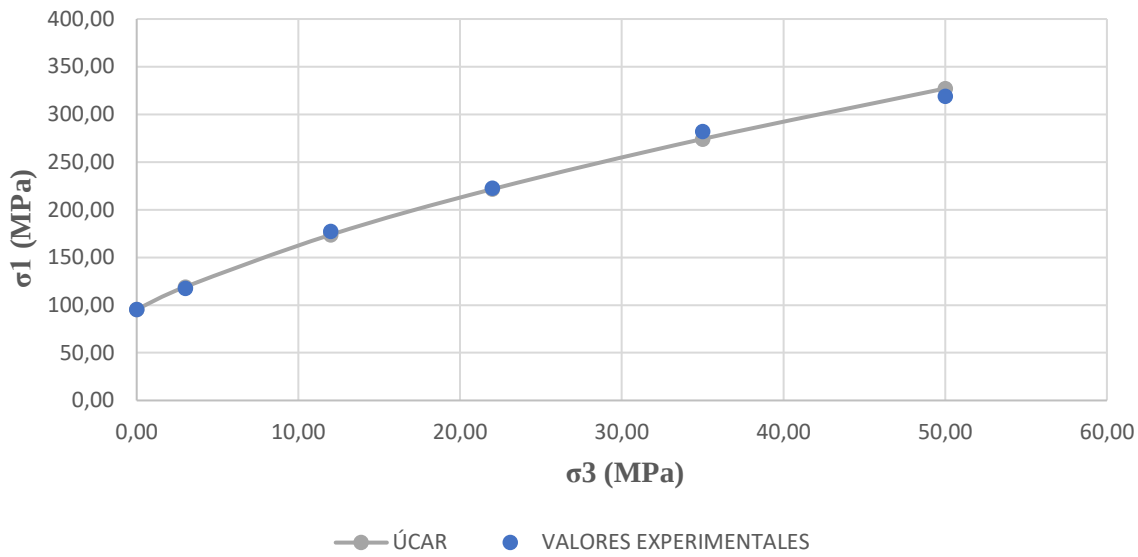


Coefficiente de determinación $R^2= 0,99443174$

Error estándar= 6,7519342

mi= 14,38

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL AJUSTADO

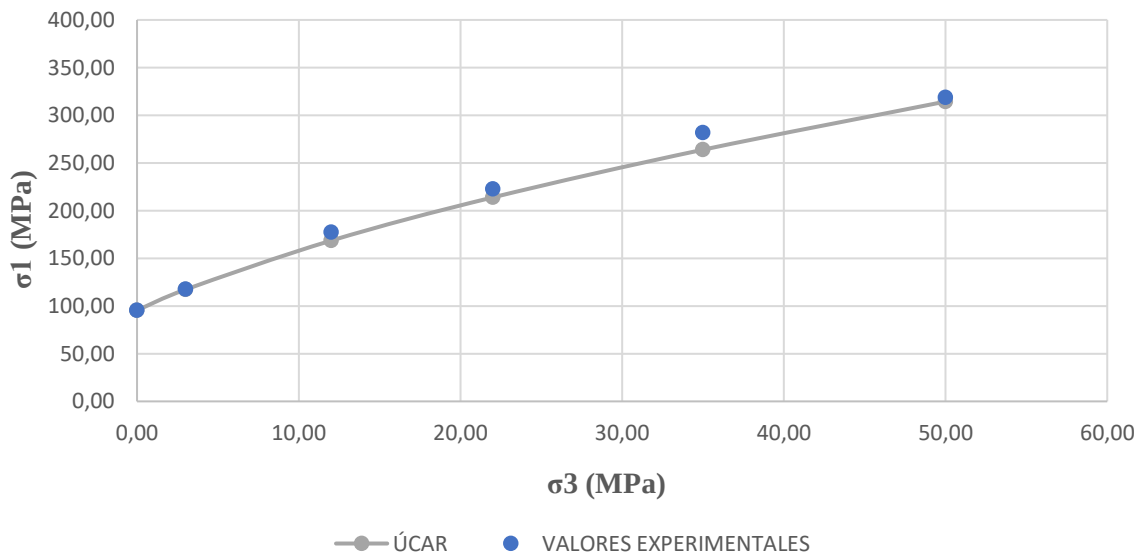


Coefficiente de determinación $R^2 = 0,995238818$

Error estándar = 5,8544430

$\xi = -0,07$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL PREDICTIVO



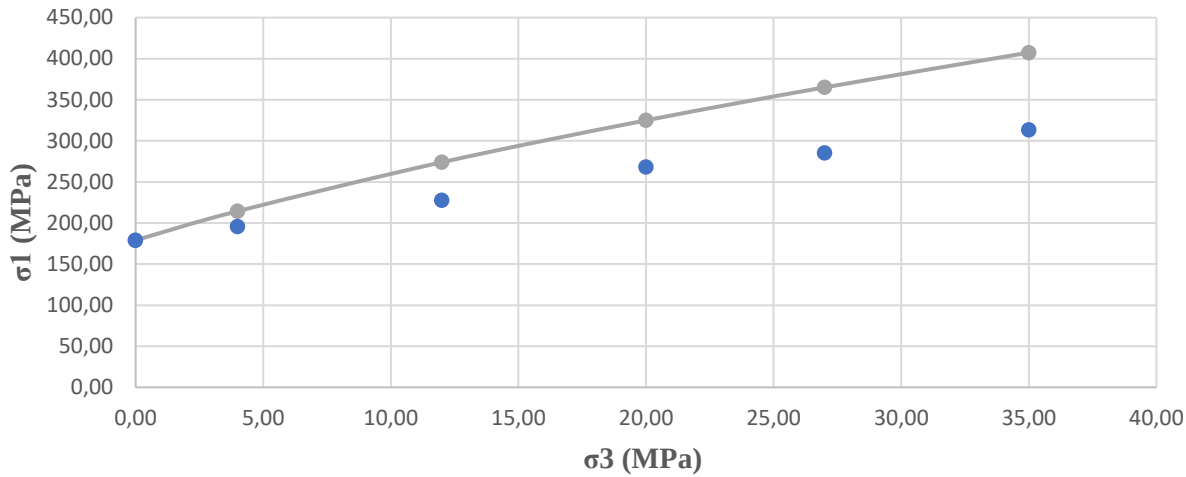
Coefficiente de determinación $R^2 = 0,99563180$

Error estándar = 5,931397

$\xi = -0,06$

PROCEDIMIENTO APLICADO SOBRE MISRA 166 (SHEOREY, 1997)

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
PREDICTIVO



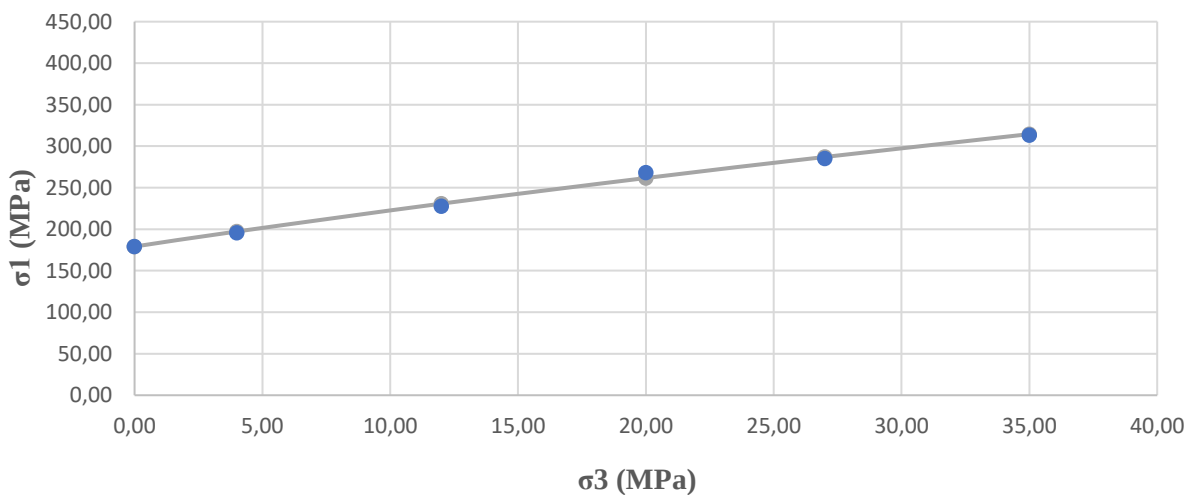
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2= 0,99380606$

Error estándar= 4,1492413

***mi*= 17**

COMPARATIVA HOEK - EXPERIMENTAL
AJUSTADO



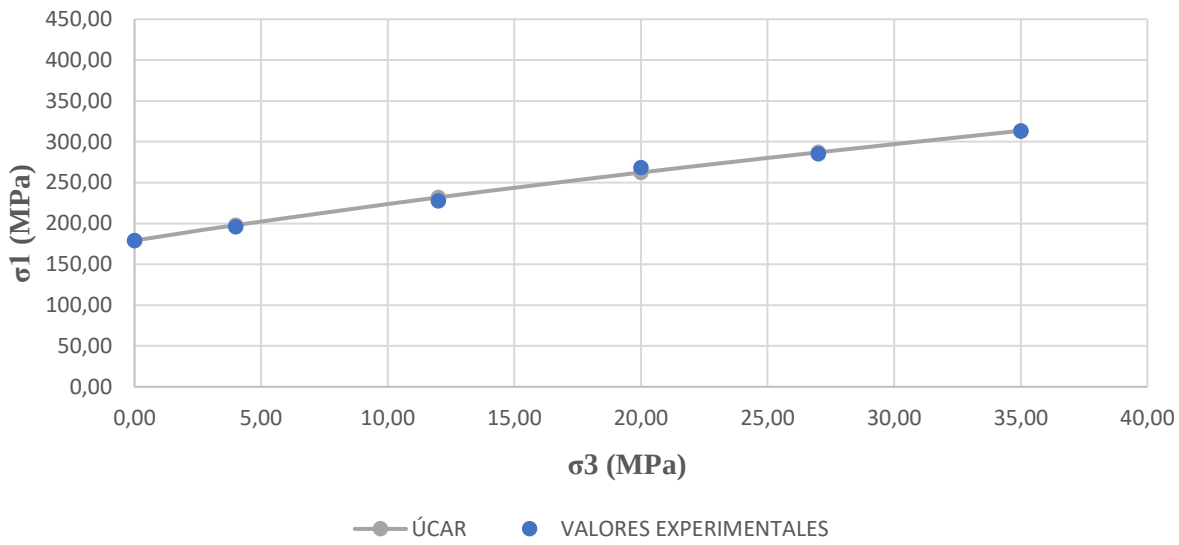
—●— HOEK ● VALORES EXPERIMENTALES

Coefficiente de determinación $R^2= 0,99446872$

Error estándar= 3,8927908

***mi*= 7,35**

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL AJUSTADO

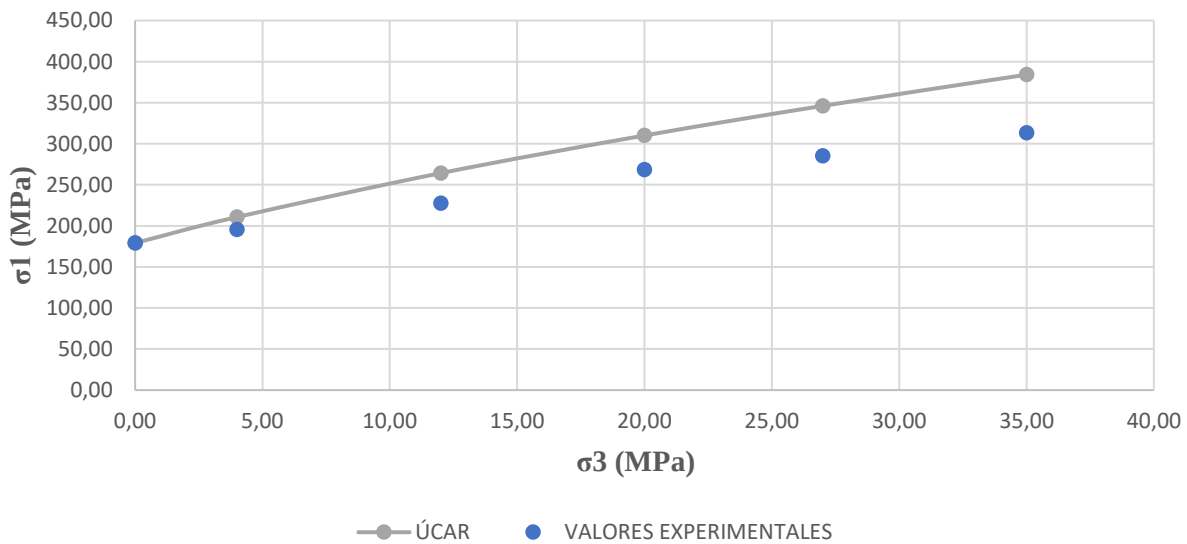


Coefficiente de determinación $R^2= 0,99384730$

Error estándar= 6,205345383

$\xi= -0,06$

COMPARATIVA ÚCAR - EXPERIMENTAL PREDICTIVO



Coefficiente de determinación $R^2= 0,99471182588$

Error estándar= 3,775802

$\xi= -0,11$