



PERÚ

Ministerio
de Salud

Viceministerio
de Salud Pública

Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades

f. (5)

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia"



NOTA INFORMATIVA N° 557 -2021-CDC/MINSA

A : M.C.
GUSTAVO ROSELL DE ALMEIDA
Viceministro de Salud Pública
Ministerio de Salud



Asunto : Remito Informe Técnico N° 128-2021

Fecha : Lima, 15 NOV. 2021

Exp N°: 21-139824-001

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y a la vez remito el Informe Técnico N° 128-2021, correspondiente a la proyección de escenarios de la tercera ola de COVID-19 en el Perú, el cual ha sido elaborado por el equipo técnico del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades – CDC Perú, para su conocimiento y fines pertinentes.

Sin otro particular, es propicia la oportunidad de expresar los sentimientos de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,



MINISTERIO DE SALUD
CENTRO NACIONAL DE EPIDEMIOLOGÍA, PREVENCIÓN
Y CONTROL DE ENFERMEDADES - CDC
JULIO M. RUIZ OLANO
Director General

JMRO/CME/MRV/hsl



**PERÚ****Ministerio
de Salud****Viceministerio
de Salud Pública****Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

INFORME TÉCNICO

PROYECCIÓN DE ESCENARIOS DE LA TERCERA OLA DE COVID-19 EN EL PERÚ

CODIGO: IT - CDC N° 128-2021

I. ANTECEDENTES

De acuerdo con las fases de una pandemia, el Perú se encuentra en la fase post pico donde se pueden presentar eventos concurrentes como brotes no relacionados a una tercera ola, o una tercera ola de igual o mayor magnitud que la primera y la segunda (1, 2). Es importante resaltar que debido a la incertidumbre que se tiene sobre este virus es difícil hacer una predicción exacta de lo que va a suceder el próximo año o en las siguientes semanas, porque están involucradas varias variables sobre las cuales no hay certeza (3-7). Lamentablemente, el futuro de la pandemia de la enfermedad por el coronavirus (COVID-19) tiene mucha incertidumbre debido a que muchas cosas se desconocen aún.

Un aspecto importante para tener en cuenta es si las personas desarrollan inmunidad duradera al virus(8), porque de esto depende si se logrará alcanzar fácilmente el umbral de la inmunidad de rebaño(4). Es decir, "la protección indirecta contra el virus que se produce cuando un porcentaje suficiente de una población se ha vuelto inmune a una infección, ya sea por vacunación o por infecciones previas, lo que reduce la probabilidad de infección para las personas que carecen de inmunidad"(4, 8, 9). Si la inmunidad contra el SARS-Cov-2 es duradera, la inmunidad de rebaño de 60 a 70% se podría alcanzar a través de campañas masivas de vacunación, con vacunas de alta efectividad(10).

Por otro lado, si las personas no desarrollan inmunidad duradera, es decir solo es temporal. En este escenario se presentarán brotes anuales o bianuales, dependiendo si la inmunidad dura menos de 40 o 100 semanas, respectivamente(11). Se sabe que los anticuerpos frente a otros coronavirus disminuyen con el tiempo (rango: 12 a 52 semanas desde el inicio de los síntomas) y se han demostrado casos de reinfección (12). Con respecto al SARS-Cov-2, la detección de anticuerpos contra el SARS-CoV-2 no indica una inmunidad protectora directa y aún no se han establecido correlaciones de protección para la COVID-19.

Además, algunos estudios muestran que la cantidad de anticuerpos alcanzan su punto máximo en los días posteriores a la aparición de los síntomas y luego comienzan a disminuir, hasta que los anticuerpos se hacen prácticamente indetectables en unos tres meses(13, 14). Sin embargo, muchos inmunólogos piensan que este hecho es una respuesta perfectamente normal a una infección viral(15), porque incluso si los niveles de anticuerpos descienden a niveles extremadamente bajos, las células B de memoria permanecen en la médula ósea hasta que regresa el virus, cuando adquieren una nueva identidad como células plasmáticas productoras de anticuerpos(16). Aún hay mucho que investigar en los aspectos relacionados a la inmunidad.

Otro aspecto clave, es la respuesta del gobierno y de los ciudadanos en la prevención de esta enfermedad, más aún en el escenario actual en el cual no todas las regiones del país tienen un nivel de avance similar respecto a la cobertura de vacunación (17). Por lo que es importante que las personas continúen con el cumplimiento del uso de mascarillas, así como el lavado de manos y el distanciamiento físico (7, 18, 19).

El cambio de comportamiento de la población es esencial y puede ayudar a prevenir nuevas infecciones (20, 21), pero este debe ser acompañado por el soporte del gobierno, implementando estrategias de cambio de comportamiento apoyadas en las ciencias sociales y del comportamiento (6, 21, 22). Por lo que la respuesta actual debe priorizar el fortalecimiento de la comunicación efectiva, el marketing social, y las intervenciones que lleven a que la población adopte las medidas preventivas para reducir el riesgo de infección y por ende de complicarse y morir.

Finalmente, el futuro de la pandemia de SARS-Cov-2, se encuentra en manos de cada uno de los ciudadanos que cumplan responsablemente las medidas preventivas y en la acción del gobierno

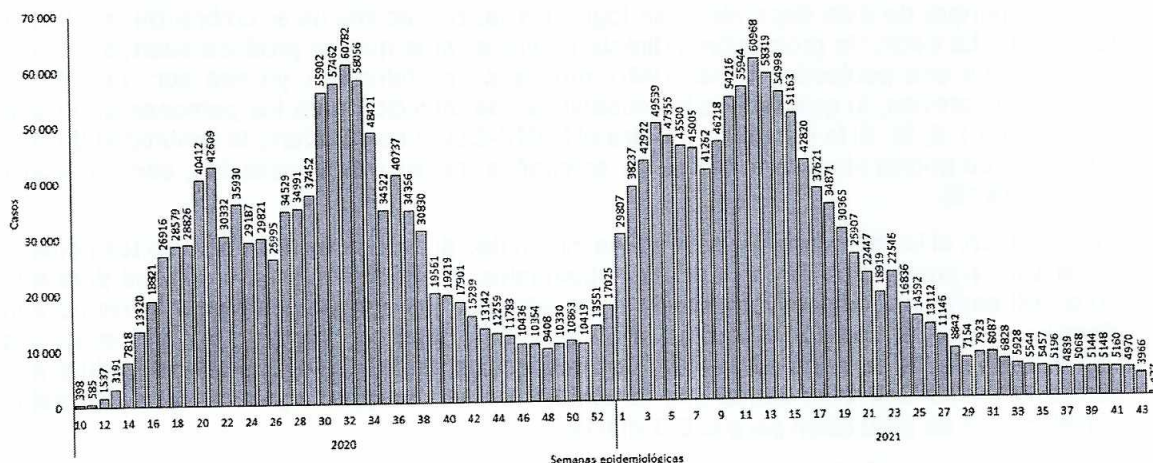


que brinde las facilidades para que estas medidas se cumplan. En este contexto de gran incertidumbre, es necesario contar con estimaciones de algunos escenarios que orienten las acciones futuras sobre esta pandemia. Pero es necesario señalar que estos escenarios que a continuación se describirán, no son proyecciones exactas de lo que sucederá, sino solo una aproximación a lo que podría suceder teniendo cuenta algunos supuestos claves.

II. SITUACIÓN

Como se observa en la figura 01, la curva epidémica nacional de COVID-19 mantiene una tendencia estacionaria, con un promedio de 5200 casos semanales en las últimas 10 semanas (sin considerar las dos últimas semanas), en las últimas semanas, el R_t ha fluctuado por debajo y encima de 1. El valor actual del R_t es de 1.12 (IC 95% 1.09 a 1.14) a nivel nacional, el R_t en las regiones del país está por encima de 1, a excepción de Cusco y Tumbes (Ver Figura 2). Además, la mortalidad por COVID-19 y el exceso de mortalidad también presenta un descenso sostenido. Finalmente, las hospitalizaciones de pacientes COVID-19, así como las hospitalizaciones en UCI con tendencia al descenso.

Figura 01. Tendencia de casos confirmados de COVID-19, por fecha de inicio de síntomas, Perú 2020 – 2021



Elaborado por: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades-MINSA
Fuente: Netlab INS/SISCOVID.

* Hasta el 14 de noviembre del 2021

De acuerdo con las simulaciones de los modelos matemáticos que se vienen realizando en este Centro Nacional, se estima que en los próximos meses continuará la actividad epidémica, si es que se mantiene el contexto actual. En este contexto, un punto clave para tener una idea de que ocurrirá en la tercera ola pandémica, es determinar el impacto de la pandemia de COVID-19 sobre las regiones del país, mediante la seroprevalencia de COVID-19 y la cobertura de vacunación, para estimar cuán cerca estamos frente a la inmunidad de rebaño.



PERÚ

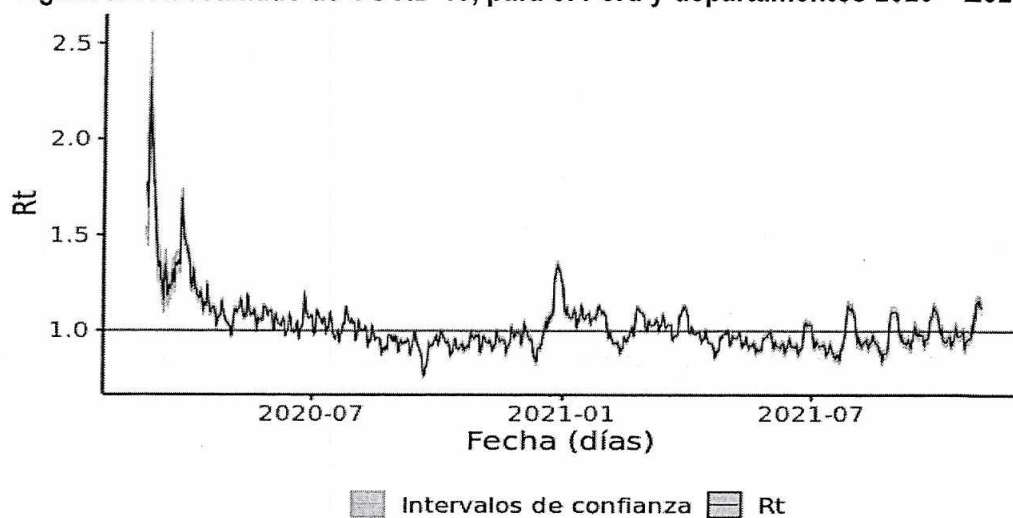
Ministerio de Salud

Viceministerio de Salud Pública

Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades

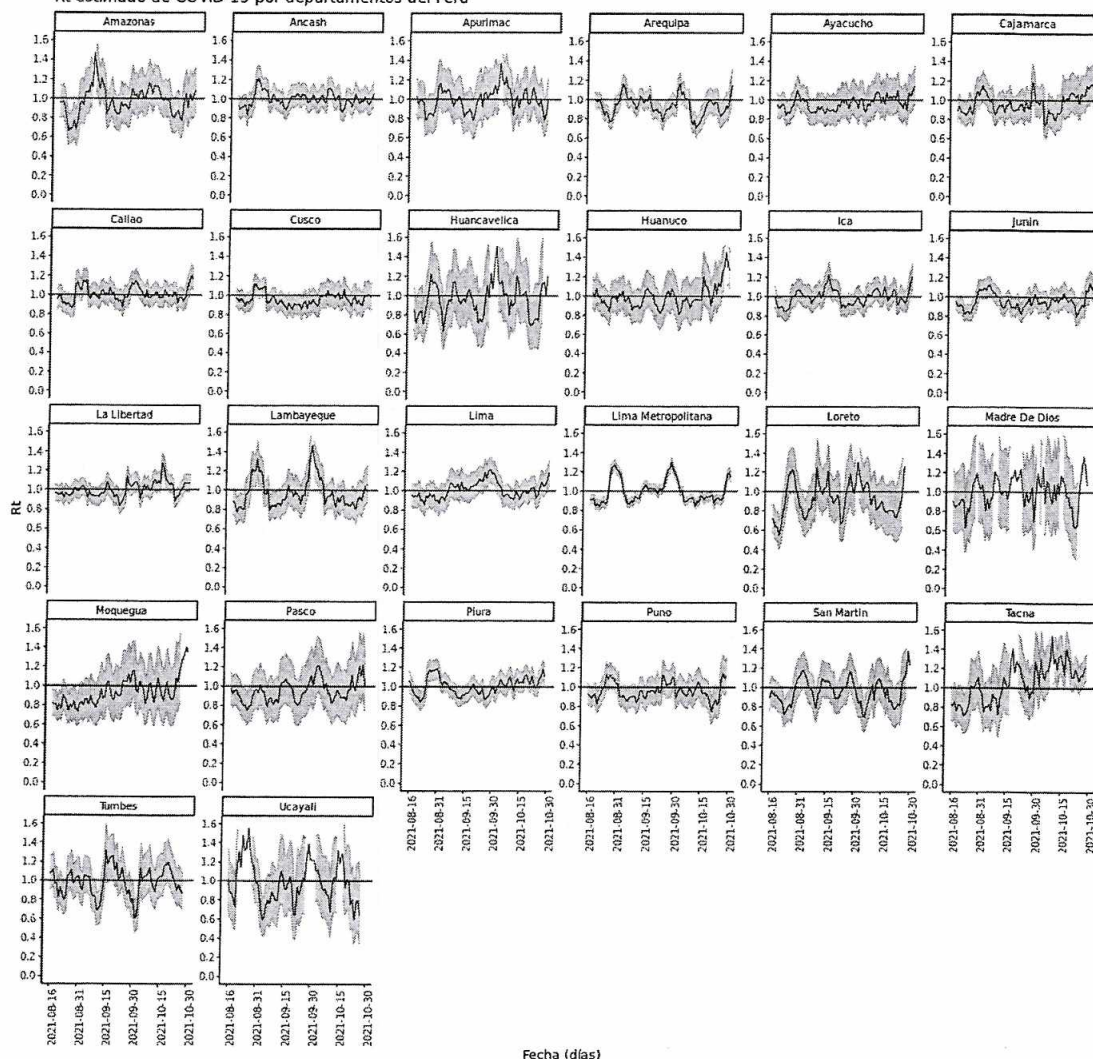
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Figura 02. Rt estimado de COVID-19, para el Perú y departamentos 2020 – 2021



Elaborado por: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades-MINSA
* Hasta el 14 de noviembre del 2021

Rt estimado de COVID-19 por departamentos del Perú



Elaborado por: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades-MINSA
* Hasta el 14 de noviembre del 2021

**PERÚ****Ministerio
de Salud****Viceministerio
de Salud Pública****Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Pero como se comentó líneas atrás, el umbral de la inmunidad de rebaño es discutible, pero lo que es cierto es que al menos el 50% de la población debe generar inmunidad duradera o parcial (5) ya sea por infección natural o por vacunación para que la epidemia se interrumpa. Si la población infectada desarrolla inmunidad duradera entonces la epidemia se podría erradicar o eliminar, pero si no es así, esta pandemia tendrá un comportamiento estacional o bianual dependiendo de cuanto duren los anticuerpos neutralizantes o la inmunidad celular protectora.

En este contexto, si ocurriera una tercera ola, con la información actual no podemos estar seguros de cuantos casos de COVID-19 se presentarán exactamente. Pero, podemos estimar escenarios en función a cuanto nos falta para llegar al umbral de la inmunidad de rebaño (50% o más en cada región) en base al número reproductivo básico (R_0) o al R_t estimado para cada región, la prevalencia de SARS-Cov-2 estimada por los estudios de prevalencia en algunas regiones o la positividad acumulada como un proxy de esta prevalencia y la cantidad de vacunados con segunda dosis. A partir del porcentaje de la población que falta para llegar al umbral de la inmunidad de rebaño podríamos estimar los casos, los hospitalizados, los pacientes en UCI y los fallecidos. Obviamente bajo el supuesto de que la inmunidad de las personas que se han infectado en la primera y segunda ola se mantiene al menos hasta el otro año. Las estimaciones se realizarán en función a los datos disponibles de cada región con que cuenta este Centro Nacional a través de la vigilancia epidemiológica hasta la fecha. Es importante tener en cuenta que esta información tiene cierto grado de incertidumbre porque estos datos no son exactos, pero suficientes para aproximarnos a lo que podría suceder.

III. METODOLOGÍA

Se han realizado los cálculos de probables escenarios que se espera para una posible tercera ola de la COVID-19, a continuación, se detalla la metodología:



- Seroprevalencia estimada (calculada entre el primer y segundo estudio de seroprevalencia realizada por las regiones, en su defecto se multiplicó por 2 porque en el tercer estudio realizado en Lima se ha observado una duplicación de la seroprevalencia)
- Infectados (la multiplicación entre prevalencia estimada y la población)
- Susceptibles (población menos infectados)
- Vacunados protegidos (dato proporcionado por inmunizaciones)
- Susceptibles finales (susceptibles menos vacunados protegidos)
- Reinfecciones, considerar el 1% de los infectados en un escenario conservador y 5% en el peor de los escenarios.
- Casos (susceptibles finales multiplicado por la tasa de ataque)
- Casos totales (suma de las reinfecciones y casos)
- Casos sintomáticos 80% (casos totales se multiplica por la constante 0,8%)
- Hospitalizados (se calculará el 20 %; casos sintomáticos multiplicado por 0,2)
- Hospitalizados en UCI (se calculará el 5%; casos hospitalizados multiplicado por 0,05)
- Fallecidos (se considera los casos sintomáticos multiplicado con el resultado de los parámetros (casos, hospitalizados, proporción de hospitalizados, hospitalizados UCI, proporción de hospitalizados en UCI y la letalidad) obtenidos de la vigilancia epidemiológica.

Se anexan los resultados por regiones según cada escenario.



PERÚ

Ministerio
de Salud

Viceministerio
de Salud Pública

Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Tabla 1: Escenario más conservador

Departamento	Población	Prevalencia estimada	infectados	Susceptibles	Vacunados protegidos	Susceptibles finales	*Reinfecciones (1%)	Casos	Casos totales	Casos sintomáticos (80% del total de casos)	Hospitalizados (20%)	hospitalización en UCI (5%)	Fallecidos
Amazonas	426 806	0,33	140 846	285 960	171 850	114 110	1 408	28 528	29 936	23 949	4 790	239	233
Ancash	1 180 638	0,44	514 168	666 470	663 737	2 733	5 142	683	5 825	4 660	932	47	101
Apurímac	430 736	0,35	150 758	279 978	215 928	64 050	1 508	16 013	17 520	14 016	2 803	140	200
Arequipa	1 497 438	0,41	616 944	880 494	873 126	7 368	6 169	40 119	8 011	6 409	1 282	64	136
Áyacucho	668 213	0,37	247 239	420 974	260 498	160 476	2 472	40 119	42 591	34 073	6 815	341	541
Callamarca	1 453 711	0,48	697 781	755 930	641 968	113 962	6 978	28 490	35 468	28 375	5 675	284	443
Callao	1 129 854	0,33	376 354	753 500	751 319	2 181	3 764	545	4 309	3 447	689	34	86
Cusco	1 357 075	0,35	474 976	882 099	642 814	239 285	4 750	59 821	64 571	51 657	10 331	517	840
Huancavelica	365 317	0,34	124 208	241 109	154 249	86 860	1 242	21 715	22 957	18 366	3 673	184	330
Huánuco	760 267	0,35	266 093	494 174	285 974	208 200	2 661	52 050	54 711	43 769	8 754	438	831
Ica	975 182	0,43	415 428	559 754	542 449	17 305	4 154	4 326	8 481	6 785	1 357	68	244
Junín	1 361 467	0,39	524 165	837 302	717 708	119 594	5 242	29 899	35 140	28 112	5 622	281	586
La Libertad	2 016 771	0,48	957 966	1 058 805	956 781	102 024	9 580	25 506	35 086	28 068	5 614	281	819
Lambayeque	1 310 785	0,53	688 162	622 623	621 060	1 563	6 882	391	7 272	5 818	1 164	58	207
Lima Metropolitana	9 612 705	0,40	3 854 695	5 758 010	5 714 607	43 403	38 547	10 851	49 398	39 518	7 904	395	1 716
Lima provincias	1 015 765	0,31	314 887	700 878	564 857	136 021	3 149	34 005	37 154	29 723	5 945	297	1 157
Loreto	1 027 559	0,70	719 291	308 268	299 953	8 315	7 193	2 079	9 272	7 417	1 483	74	172
Madre de Dios	173 811	0,70	120 799	53 012	52 927	85	1 208	21	1 229	983	197	10	13
Moquegua	192 740	0,41	79 216	113 524	112 444	1 080	792	270	1 062	850	170	8	11
Pasco	271 904	0,30	81 571	190 333	133 323	57 010	816	14 252	15 068	12 055	2 411	121	200
Piura	2 047 954	0,49	1 007 593	1 040 361	904 437	135 924	10 076	33 981	44 057	35 245	7 049	352	1 216
Puno	1 237 997	0,55	674 708	563 289	368 710	194 579	6 747	48 645	55 392	44 313	8 863	443	1 147
San Martín	899 648	0,56	500 204	399 444	391 164	8 280	5 002	2 070	7 072	5 658	1 132	57	86
Tacna	370 974	0,37	137 260	233 714	215 208	18 506	1 373	4 626	5 999	4 799	960	48	79
Tumbes	251 521	0,46	115 700	135 821	130 532	5 289	1 157	1 322	2 479	1 983	397	20	43
Ucayali	589 110	0,66	391 169	197 941	192 808	5 133	3 912	1 283	5 195	4 156	831	42	99
TOTAL	32 625 948		14 192 183	18 433 765	16 580 431	1 853 334	141 922	463 334	605 255	484 204	96 841	4 842	11 535

* Vitale J, Mumoli N, Clerici P, De Paschale M, Evangelista I, Cei M, et al. Assessment of SARS-CoV-2 Reinfection 1 Year After Primary Infection in a Population in Lombardy, Italy. JAMA Intern Med. 2021.

* Qureshi AI, Baskett WI, Huang W, Lobanova I, Hasan Naqvi S, Shyu C-R. Reinfection With Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in Patients Undergoing Serial Laboratory Testing. Clinical Infectious Diseases. 2021.

* Reporte CDC: INFORME N° 06- 2021- UIEIS-CDC: Informe probable reinfección por COVID-19 en el Perú





PERÚ

Ministerio de Salud

Viceministerio de Salud Pública

Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Tabla 2: Peor escenario

Departamento	Población	Prevalencia estimada	infectados	Susceptibles	Vacunados protegidos	Susceptibles finales	*Reinfecciones (5%)	Casos	Casos totales	Casos sintomáticos (80% del total de casos)	Hospitalizados (20%)	hospitalización en UCI (5%)	Fallecidos
Amazonas	426 806	0,33	140 846	285 960	171 850	114 110	7 042	39 939	46 981	37 585	7 517	376	366
Ancash	1 180 638	0,4355	514 168	666 470	663 737	2 733	25 708	957	26 665	21 332	4 266	213	465
Apurímac	430 736	0,35	150 758	279 978	215 928	64 050	7 538	22 418	29 956	23 964	4 793	240	343
Arequipa	1 497 438	0,412	616 944	880 494	873 126	7 368	30 847	2 579	33 426	26 741	5 348	267	568
Áyacucho	668 213	0,37	247 239	420 974	260 498	160 476	12 362	56 167	68 529	54 823	10 965	548	870
Cajamarca	1 453 711	0,48	697 781	755 930	641 968	113 962	34 889	39 887	74 776	59 821	11 964	598	933
Callao	1 129 854	0,33	376 354	753 500	751 319	2 181	18 818	763	19 581	15 665	3 133	157	390
Cusco	1 357 075	0,35	474 976	882 099	642 814	239 285	23 749	83 750	107 498	85 999	17 200	860	1 398
Huancavelica	365 317	0,34	124 208	241 109	154 249	86 860	6 210	30 401	36 611	29 289	5 858	293	526
Huánuco	760 267	0,35	266 093	494 174	285 974	208 200	13 305	72 870	86 175	68 940	13 788	689	1 309
Ica	975 182	0,43	415 428	559 754	542 449	17 305	20 771	6 057	26 828	21 463	4 293	215	771
Junín	1 361 467	0,385	524 165	837 302	717 708	119 594	26 208	41 858	68 066	54 453	10 891	545	1 135
La Libertad	2 016 771	0,48	957 966	1 058 805	956 781	102 024	47 898	35 708	83 607	66 885	13 377	669	1 952
Lambayeque	1 310 785	0,525	688 162	622 623	621 060	1 563	34 408	547	34 955	27 964	5 593	280	994
Lima Metropolitana	9 612 705	0,40	3 854 695	5 758 010	5 714 607	43 403	192 735	15 191	207 926	166 341	33 268	1 663	7 222
Lima provincias	1 015 765	0,31	314 887	700 878	564 857	136 021	15 744	47 607	63 352	50 681	10 136	507	1 836
Loreto	1 027 559	0,70	719 291	308 268	299 953	8 315	35 965	2 910	38 875	31 100	6 220	311	722
Madre de Dios	173 811	0,695	120 799	53 012	52 927	85	6 040	30	6 070	4 856	971	49	66
Moquegua	192 740	0,41	79 216	113 524	112 444	1 080	3 961	378	4 339	3 471	694	35	44
Passco	271 904	0,3	81 571	190 333	133 323	57 010	4 079	19 953	24 032	19 226	3 845	192	319
Piura	2 047 954	0,49	1 007 593	1 040 361	904 437	135 924	50 380	47 573	97 953	78 362	15 672	784	2 702
Puno	1 237 997	0,545	674 708	563 289	368 710	194 579	33 735	68 103	101 838	81 470	16 294	815	2 110
San Martín	899 648	0,56	500 204	399 444	391 164	8 280	25 010	2 898	27 908	22 326	4 465	223	340
Tacna	370 974	0,37	137 260	233 714	215 208	18 506	6 863	6 477	13 340	10 672	2 134	107	175
Tumbes	251 521	0,46	115 700	135 821	130 532	5 289	5 785	1 851	7 636	6 109	1 222	61	131
Ucayali	589 110	0,664	391 169	197 941	192 808	5 133	19 558	1 797	21 355	17 084	3 417	171	407
TOTAL	32 625 948		14 192 183	16 171 555	16 580 431	1 853 334	709 609	648 667	1 358 276	1 086 621	217 324	10 866	28 096

* Vitale J, Mumoli N, Clerici P, De Paschale M, Evangelista I, Cei M, et al. Assessment of SARS-CoV-2 Reinfection 1 Year After Primary Infection in a Population in Lombardy, Italy. JAMA Intern Med. 2021.

* Qureshi AI, Baskett WI, Huang W, Lobanova I, Hasan Naqvi S, Shyu C-R. Reinfection With Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in Patients Undergoing Serial Laboratory Testing. Clinical Infectious Diseases. 2021.

* Reporte CDC: INFORME N° 06- 2021- UJEEIS-CDC: Informe probable reinfección por COVID-19 en el Perú

C.T.: 631-4500

Calle Daniel Olavechea N.º 199

Jesús María

www.dge.gobpe

**PERÚ****Ministerio
de Salud****Viceministerio
de Salud Pública****Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Tabla 3. Resumen de los escenarios de una probable tercera ola

Escenarios	Casos totales	Casos sintomáticos (80% del total de casos)	Hospitalizados (20%)	Hospitalización en UCI (5%)	Fallecidos
Escenario probable	605 255	484 204	96 841	4 842	11 535
Peor escenario	1 358 276	1 086 621	217 324	10 866	28 096

Fuente: Elaborado por Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades-MINSA

IV. CONCLUSIONES

- Las aproximaciones generadas se realizaron en dos escenarios con base al conocimiento actual y a los datos disponibles de la pandemia en el país.
- De acuerdo con los escenarios, el modelo predice que habría al final de la tercera ola aproximadamente 605 255 casos de COVID-19 en un escenario conservador, con un peor escenario de 1 358 276 casos de COVID-19. Además, podría extenderse en un periodo de nueve meses.
- La probabilidad de presentarse una tercera ola en los próximos meses no se puede afirmar, desconocemos la magnitud de esta, debido a la alta incertidumbre que existe sobre el comportamiento de esta pandemia.
- El impacto de las intervenciones tiene relación con el grado del cumplimiento de las medidas preventivas y del confinamiento.
- Estos escenarios no son predicciones de lo que va a ocurrir sino aproximaciones de lo que podría suceder, así que estos resultados se deben tomar con cautela. El CDC Perú no se responsabiliza por el uso incorrecto que se hagan de estos escenarios.

V. REFERENCIAS

1. European Centre for Disease Prevention and Control. Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: increased transmission in the EU/EEA and the UK – sixth update – 12 March 2020. Stockholm: ECDC; 2020.
2. Eurosurveillance Editorial T. Note from the editors: novel coronavirus (2019-nCoV). Euro Surveill. 2020;25(3).
3. Callaway E. The coronavirus is mutating - does it matter? Nature. 2020;585(7824):174-7.
4. Randolph HE, Barreiro LB. Herd Immunity: Understanding COVID-19. Immunity. 2020;52(5):737-41.
5. Fontanet A, Cauchemez S. COVID-19 herd immunity: where are we? Nature Reviews Immunology. 2020;20(10):583-4.
6. Cialdini RB, Goldstein NJ. Social influence: compliance and conformity. Annu Rev Psychol. 2004;55:591-621.
7. Wood W. Attitude change: persuasion and social influence. Annu Rev Psychol. 2000;51:539-70.



PERÚ

Ministerio
de Salud

Viceministerio
de Salud Pública

Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

8. Clemente-Suárez VJ, Hormeño-Holgado A, Jiménez M, Benítez-Agudelo JC, Navarro-Jiménez E, Perez-Palencia N, et al. Dynamics of Population Immunity Due to the Herd Effect in the COVID-19 Pandemic. *Vaccines* (Basel). 2020;8(2).
9. Fine P, Eames K, Heymann DL. "Herd immunity": a rough guide. *Clin Infect Dis*. 2011;52(7):911-6.
10. Chen WH, Strych U, Hotez PJ, Bottazzi ME. The SARS-CoV-2 Vaccine Pipeline: an Overview. *Curr Trop Med Rep*. 2020:1-4.
11. Scudellari M. How the pandemic might play out in 2021 and beyond. *Nature*. 2020;584(7819):22-5.
12. Kellam P, Barclay W. The dynamics of humoral immune responses following SARS-CoV-2 infection and the potential for reinfection. *Journal of General Virology*. 2020;101(8):791-7.
13. Seow J, Graham C, Merrick B, Acors S, Steel KJA, Hemmings O, et al. Longitudinal evaluation and decline of antibody responses in SARS-CoV-2 infection. *medRxiv*. 2020:2020.07.09.20148429.
14. Long QX, Tang XJ, Shi QL, Li Q, Deng HJ, Yuan J, et al. Clinical and immunological assessment of asymptomatic SARS-CoV-2 infections. *Nat Med*. 2020;26(8):1200-4.
15. Ledford H. What the immune response to the coronavirus says about the prospects for a vaccine. *Nature*. 2020;585(7823):20-1.
16. Rodda LB, Netland J, Shehata L, Pruner KB, Morawski PM, Thouvenel C, et al. Functional SARS-CoV-2-specific immune memory persists after mild COVID-19. *medRxiv*. 2020:2020.08.11.20171843.
17. Frederiksen LSF, Zhang Y, Foged C, Thakur A. The Long Road Toward COVID-19 Herd Immunity: Vaccine Platform Technologies and Mass Immunization Strategies. *Frontiers in Immunology*. 2020;11(1817).
18. Balkhi F, Nasir A, Zehra A, Riaz R. Psychological and Behavioral Response to the Coronavirus (COVID-19) Pandemic. *Cureus*. 2020;12(5):e7923-e.
19. Barber SJ, Kim H. COVID-19 Worries and Behavior Changes in Older and Younger Men and Women. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2020:gbaa068.
20. Acuña-Zegar MA, Santana-Cibrian M, Velasco-Hernandez JX. Modeling behavioral change and COVID-19 containment in Mexico: A trade-off between lockdown and compliance. *Mathematical biosciences*. 2020;325:108370-.
21. Bavel JJV, Baicker K, Boggio PS, Capraro V, Cichocka A, Cikara M, et al. Using social and behavioural science to support COVID-19 pandemic response. *Nature Human Behaviour*. 2020;4(5):460-71.
22. Aromatario O, Van Hove A, Vuillemin A, Foucaut AM, Pommier J, Cambon L. Using theory of change to develop an intervention theory for designing and evaluating behavior change SDApps for healthy eating and physical exercise: the OCAPREV theory. *BMC Public Health*. 2019;19(1):1435.

