



Publication Year	2019
Acceptance in OA@INAF	2021-02-08T09:50:30Z
Title	Sunyaev Zel'dovich study of filamentary structures between galaxy clusters
Authors	BATTISTELLI, ELIA STEFANO; GOVONI, FEDERICA; Murgia, M.; Dicker, S.; Bhandarkar, T.; et al.
Handle	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12386/30219">http://hdl.handle.net/20.500.12386/30219</a>
Journal	BULLETIN OF THE AMERICAN ASTRONOMICAL SOCIETY
Number	51

! "#\$%&' &' () \*+, -\*, (. /# , (012, \$(  
!

"#\$%&' (!)' \*+, - (. /0!12#, %!-3!3.\*&4' \$2&5%!  
125#/2#5' 1!6' 27' ' \$!8&\*&9%!/ \*#12' 51!

!

: 0' 4&2./!; 5' &1<!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!! !! "#\$%&' ()\*(+&, +) ) \*&#')#\$-)! "#\$%&)./ , #&0/\$)  
. / , #&0/\$)#\$- )12/"3&0/\$)/4)5/ , 6#7&)89:%7&+)))))))))! )5/+ , /"/; ()#\$-). 3\$-# , %\$&#')! <(+07+)  
\*&#'+)#\$-)\*&%"#')12/"3&0/\$) =%+/"2%-)\*&%"#')! /63"#&0/\$+)\$#\$-&0'1\$20'/\$ , %\$&+)  
! >#"?()12/"3&0/\$)))))))))))))) @3"&@A@%++%\$;%')B+&'/\$/ , ()#\$- )B+&' /6<(+07+))

!

=5.\$/.>&\*!; #20-5<!  
C# , %0)1"0#)\*&%4#\$/ )E#&&0+&%"0)) ) ) ) ) ) ) )  
F\$+&0&3&0/\$0)\*#60%\$G#H)I \$02%'+0&()/4)=/ , %H)! <(+07+)J%6# '& , %\$&H)=/ , %H)F&#"()  
1 , #0'D)%0#K9#&&0+&%"0L' / , #MK0\$4\$K0& )  
! </\$%0)NOPQRSPPMSSRT)  
)

?-@&#20-51<)

.K)>/2/\$0<sup>M</sup>H)@K)@3'; 0#<sup>M</sup>H)\*K)J07U%<sup>T</sup>V)WK)E<#\$-# 'U#<sup>T</sup>V)BK)E/\$#4%-<sup>0</sup>V)!K)-%)E%'\$#'-0+<sup>S</sup>V)@K)J%2<sup>0</sup>\$<sup>T</sup>V)  
BK)X0\$7U+<sup>V</sup>V)ZK)Z# , #; \$#<sup>S</sup>V)FK)Z/[ %<sup>T</sup>V)\*K)@#+0<sup>S</sup>V)EK)@#+/\$<sup>R</sup>V)WK)@'/7GU/[ +U(<sup>V</sup>).K)!0#7%\$&0\$0<sup>S</sup>V).K)  
=#-07/\$0<sup>S</sup>V)5K)=/ , %' /<sup>T</sup>V)]K)]#77#<sup>M</sup>V).K)]#GG#<sup>^</sup>PK)

)

<sup>M</sup>8B5AFCB.V)<sup>T</sup>I \$02%'+0&()/4)!%\$+("2#\$0#V)<sup>0</sup>F=BAFCB.V)<sup>S</sup>\*#60%\$G#H)I \$02%'+0&()/4)=/ , %V)<sup>V</sup>I \$02%'+0&()  
/4)W/'/\$&/V)<sup>R</sup>C=B8V)\1\*8V)<sup>^</sup>I \$02%'+0&()E/" /; #H)<sup>P</sup>I \$02%'+0&()/4)X# , 93'; )

!

; 6125&/20)

W<%)\*3\$ (#%2)\_%"'-/207<)a\*\_b)%44%7&)7#\$)9%)3+%-)&/ , #6)&<%)0\$&% 'A7"3+&%')'%; 0/\$)9%&[ %%)\$); #"?()7"3+&%'+)%+6%70#""(0\$)6# '&073"#')7#+%+)/4)+36%7"3+&%'+)/4); #"?0%+)#\$- )6#0'+)/4); #"?()7"3+&%'+)0\$)&<%)6'% , %'; 0\$); 6<#+%K)\*37<)-0'%7&)-%&%7&0/\$)[ /3"-)9%)43\$-# , %\$&#')4/' )&<%)&3-()/4)40# , %\$&#'( +&'37&3'%+)9%&[ %%)\$); #"?()7"3+&%'+)#\$-)+<%-"0; <&)/\$)&<%) /6%\$)6' /9"% , )/4)&<%) , 0++0\$); 9#'( /\$+)0\$)/3')I \$02%'+)%#+) [ %""#+)/\$)&<%)<0%'# '7<07#")+&'37&3'%4/' , #&0/\$)+7%\$# '0/K)C)&#U)#+)%?# , 6"%&<%)B9%""SQMAB9%""OPP)7"3+&%')6#0'H) [ <07<)<#+)9%\$)/9+% '2%-)#&"/ [ A# \$; 3"#')'%+/"3&0/\$)9()&<%)! "#\$%&)+#&%""0&%)#\$- )0+ )#) [ %""A+&3-0%-)+&'37&3'%)&<#&)%?<090&+)-/39%')#'-0/A<#"/+H)#\$)%?7%+/4)dA'#() , 0++0/\$)0\$)&<%)9'0-; %)7/\$\$%7&0\$); &<%)7"3+&%'+)H)#\$-)%2%\$)&<%)6'%+%\$7%)/4)#+</7U)4'/\$&)0\$-0A7#&0\$); &<%)7"3+&%')6#0'+)6'%A , %'; 0\$); +&#&3+K)W<%)! "#\$%&)+#&%""0&%) [ #+ )#9"%&)/ , /-%')&<%) , 0++0/\$)4' / , )&<%)9'0-; %)9%&[ %%)\$)&<%)7"3+&%'+)6#0')-%+60&)&<%)6' /'')#\$; 3"#')'%+/"3&0/\$)a! Y'b)/4)0&+)\*\_ , #6+H)#\$- )6' /6/+%-)&<#&)#&)"##+&)6# '&)/4)&<%)0; \$#')0\$)&<%)0\$&% 'A7"3+&%')'%; 0/\$)a(! Y""MQ<sup>AR</sup>b)/2%')#)&/&#")/4) (! MY""MQ<sup>AR</sup>b)0+)-3%&)/#)6'%A%?0+&0\$); 40# , %\$&#'( +&'37&3'%K)B)9"/ , %&'07)7# , %'#)/9+% '2A0\$); #&!)0 , , H)7/36"%-)&/#)YQ#MQQ , )7#++)'#'-0/)&%"%+7/6%)[ /3"-)9%)&<%)0-%#')0\$+&'3 , %\$&)0\$)&% , +)/4)\$; 3"#')'%+/"3&0/\$)#\$- )+%\$+0&020&()&/-0+%\$&# \$; %)-044% '%\$&)+7%\$# '0/+K)

W<%)6&5%- \$!, .125.6#2.- \$)0\$)&<%)I \$02%'+%)0+)# \$)  
/6%\$) e3%+&0/\$) 4/' , /- %' \$) 7/+ , /' /; ( ) a+%)  
%K; K) C07#+&' /) %&)' #'KH) TQM^bK) W<%) /9+%' 2%-  
9#'( /\$07) , ##&&' ) 0\$) &<%) "/7#" ) 3\$02%'+%)  
/9&#0\$%-)4' / , )Xf)#9+/' 6&0/\$H); #+)\$#-)+&#'+)0\$)  
;##?'( ) 7"3+&%'+H) # \$- ) dA'# ( ) %, 0++0/\$) 0+ ) +&0""  
+ , #"" ) 7/ , 6#'%-) &/) [ <#& ) 0+ ) 6' %-07&%-) 9 ( )  
\$37%'+) (\$&<+0+ ) a+%)%H) ' ( ) (H) . 3U3; 0&#) %&)' #'KH)  
MPP^bH)9 ( )Z (\$ )4/'%+& )#9+/' 6&0/\$) /9+%' 2#&0/\$+ )  
a+%)%H) ' ( ) (H) =#37<) %&)' #'KH) MPP\bH) # \$- ) 9 ( )  
a+%)%H) ' ( ) (H) ! "#\$%&)' 7/'""#9/' #&0/\$H) TQM^bK) B)  
-043+%) 9#'( /\$07) -# 'U) , ##&&' ) 7/3"-) %?6#"0\$H)  
&#) "%#+& ) 0\$) 6# ' &H) &<%) #66#%' %\$&)' -0+7' %6#\$7 ( )  
9%& [ %%%\$) &<%) /9+%' 2%-) # \$- ) &<%) %?6%7&%-)  
9#'( /\$) -%\$+0& (K)

[illegible]

: 0 ! " ) ! ' 33' / 2 ) a \* 3 \$ ( # % 2 ) f ) \_ % - / 207 < h ) M P \ T b ) 0 + )  
& < % ) - 0 + & / ' & 0 / \$ ) / 4 ) & < % ) 5 / + , 07 ) @ 07' / [ # 2 % )  
E # 7 U ; ' / 3 \$ - ) a 5 @ E b ) 4 ' % e 3 % \$ 7 ( ) + 6 % 7 & ' 3 , ) - 3 % )  
& / ) & < % ) % \$ % ; ( ) 0 \$ : % 7 & 0 / \$ ) / ' 0 ; 0 \$ # & % - ) 4' / , ) & < % )  
< / & ) % " % 7 & ' / \$ ) ; # + ) 0 \$ ) ; # " ? ( ) 7 ' 3 + & % ' + ) # \$ - ) & < % )  
+ 3 ' ' / 3 \$ - 0 \$ ; ) , % - 03 , K ) W < 0 + ) + % 7 / \$ - # ' ( )  
# \$ 0 + / & ' / 6 ( ) % 44 % 7 & ) 6 ' / - 37 % + ) # ) 9 ' 0 ; < & \$ % + + )  
7 < # \$ ; % ) 0 \$ ) & < % ) 5 @ E ) & < # & ) 7 # \$ ) 9 % ) - % & % 7 & % - ) # & )  
, 0 " 0 , % & % ' ) # \$ - ) + 39 , 0 " 0 , % & % ' ) [ # 2 % " % \$ ; & < + h )  
# 66 % # ' 0 \$ ; ) # + ) # ) \$ % ; # & 02 % ) + 0 ; \$ # " ) a [ 0 & < ) ' % + 6 % 7 & )  
& / ) & < % ) # 2 % ' # ; % ) 5 @ E ) & % , 6 % ' # & 3 ' % b ) # & )  
4 ' % e 3 % \$ 70 % + ) 9 % " / [ ] ! T M \ > X G ) # \$ - ) # + ) # ) 6 / + 0 & 02 % )  
+ 0 ; \$ # " ) # & ) < 0 ; < % ' ) 4 ' % e 3 % \$ 70 % + h ) W < % ) \* \_ 0 \$ & % \$ + 0 & ( )  
7 < # \$ ; % ) - 0 ' % 7 & " ( ) - % 6 % \$ - + ) / \$ ) & < % ) % " % 7 & ' / \$ )  
- % \$ + 0 & ( ) / 4 ) & < % ) + 7 # & & % ' 0 \$ ; ) , % - 03 , h ) \$ : h ) # \$ - ) / \$ )  
& < % ) % " % 7 & ' / \$ ) & % , 6 % ' # & 3 ' % ) , h ) 9 / & < ) 0 \$ & % ; ' # & % - )  
/ 2 % ' ) & < % ) " 0 \$ % ) / 4 ) + 0 ; < & ) " h ) # \$ - ) 0 & + ) 0 \$ & % \$ + 0 & ( ) 7 # \$ )  
9 % ) - % + 7 ' 09 % - ) 9 ( ) & < % ) 5 / , 6 & / \$ 0 G # & 0 / \$ )  
6 # ' # , % & % ' ) - , +

[ (<'%)! ,)0+)&<%)W</, +/\$)7' /++)+%7&0/\$(H)&./0+)&<%) E"/&G, #\$( 7/\$+&#\$(H) O.) 0+)&<%)%%%7&' /\$) , #++f)#\$-%)0+)&<%)'0; <&+6%%%-)0\$(2#733, K))

W<%) \*\_) %44%7& (<#+) \$/[ ] 9%%%\$) -%&%7&%-)&<' /3; <) &</3+#\$-+) /4 7"3+&%'+) /4 ; #"?0%+) a+%%(H)' ( ) (H) E"%%, ) %&)"#KH) TQMYV) X#+++"40%"-) %&)"#KH) TQMOV) !"#\$(%&) 7/"#9/'#&0/\$(H) TQMYb) #\$( -)

+%2%'#")/9+%2#&0/\$+) <#2%) 9%%\$) 3\$-%'&#U\$)\$  
0\$) /'-%)&/) -0%'7&() -%&7&) C Xf@) 40# , %\$&+)  
&<' /3; <) &<%0') \* ) +0; \$&3') a+%) ' ) (\*)  
E#&&0&%"0) %&) # "KH) TQQRV) ! "#\$%& 7/'"#9/'#&0/\$H)  
TQMOBk) W<%) ; #+ ) [ 0&<0\$) # \$- ) #' /3\$- ) ; #"? ( )  
7"3+&' +) 0+ ) %?6%7&- ) &/) 9%) </&&' ) # \$- ) -%\$+%' )  
&<#\$) &<%) C Xf@) 0\$) 40# , %\$&+H) , #U0\$; ) -0%'7&  
-%&7&0/\$) /4) &<%) 7"3+&' ; #+ , /'%"0U" ) &<#\$)  
C Xf@) 40# , %\$&+K) C %2%'&<%"++H) [ 0&<0\$) &<%)  
6' /7%++ ) /4) <0%'#7<07#" ) 4/' , #&0/\$) 20#)  
7/\$&0\$3/3+ ) #77%'&0/\$) # \$- , %' ; %' ) %2%\$&+H) [ % )  
%?6%7&) # \$) 0\$7%'# + ) /4) 6' %++3' ) [ <07< )  
%\$<#\$7%+ ) &<%) \* ) +0; \$#"H) 4#2/'0\$; ) &<%)  
-%&7&0/\$) /4) &<%) ; #+ 0\$) +36%'7"3+&' + ) /4)  
; #"?0%+ ) # \$- ) 9%& [ %\$) 6#0' + ) /4) 0\$&' #7&0\$; )  
7"3+&' +K) W<' %4/'%H) &<%) 9'0- ; % ) /4) 0\$&' A  
7"3+&' , #&&' ) 9%& [ %\$) # \$) 6#0' /4) 7"3+&' +) 0+ )  
%?6%7&- ) &/) 9%) /4) <0; <' ) &<' , # " 6' %++3' )  
&<#\$) &<%) #2%'# ; % ) C Xf@) , #&&' ) 4/3\$- ) 0\$)  
7/+ , 07) 40# , %\$&+ ) aJ /"# ; ) %&) # "KH) TQQRbK) F\$) &<%)  
6' %A , %' ; 0\$; ) 6<# + %H) 40# , %\$&# ' ( ) +&' 37&3' + )  
# ' ) %?6%7&- ) &/) %?<090&) # \$) %\$<#\$7% , %\$&) /4)  
6"#+ , # ) & , 6%' #&3' ) [ </+%) -%&7&0/\$) [ /3- )  
7%"#'" ( ) 6' /2%) &<%) <0%'#7<07#" ) +&' 37&3' )  
4/' , #&0/\$) +7%\$# '0/K) F& ) +</3- ) 9%) +&' %++- )  
&<#&) dA' # ( ) 9' , ++&' #<"3\$; ) % , 0++0/\$) 12)  
+ , 6"%+&<%) + , % ) -0443+%) , %-03 , ) #+&<%) \* )  
%44%7& [ 0&< ) -044%' %\$& ) -%6\$ -%\$7 ( ) a3' ( )  
12'' # \$ . 4 , 5(67") bK) W<3+H) dA' # ( ) , %#+3' , %\$&+ )  
# ' ) 6' #7&07#" ( ) "0 , 0&- ) &/) <0; < ) -%\$+0& ( )  
%\$20' / \$ , %\$&+ ) [ <07< ) "0%" ' %"#&02%" ( ) \$%# ' ) &/) &<%)  
; #"? ( ) 7"3+&' ) 7%\$&'H) [ <0%" ) \* ) % , 0++0/\$) 0+ )  
' %"#&02%" ( ) +&' /\$; %' ) [ <%\$) &<%) -%\$+0& ( ) 0+ ) "/ ( )  
# \$- ) &<%) & , 6%' #&3' ) 0+&<0; <K))  
C <0%" ) +&#&0+&07#" ) -%&7&0/\$) &<' /3; < ) +&#7U0\$; )  
/4) \$%0; <9/3'0\$; ) 7"3+&' A7"3+&' /' ) ; #"? (A; # "A  
#? ( ) 6#0' + ) <#2%) 9%%\$) 7"#0 , % - ) a%K; K) W# \$0 , 3' #'%&  
# "KH) TQM\N) J% ; ##44) %&) # "KH) TQM\N) +/4# ' ) &<' % )  
0+ ) \$/3\$# , 90; 3/3+ ) -0%'7& \* ) %20-%\$7% /4) # ) 40"A  
# , %\$&# ' ( ) +&' 37&3' ) 9%& [ %\$) ; #"? ( ) 7"3+&' + )  
#9%&) &/6' /2%) &<%) 73' ' %\$&+&' 37&3' ) 4/' , #&0/\$)  
+7%\$# '0/K))  
)

E&\*9%! / \* #12' 5! >&.5< 20' ! ' 9&4>\*' ! -3!  
; 6' \*\*!FGH@, 6' \*\*!IJJ!

B9%"")SQM)# \$- ) B9%"")OPP)a<' %"#4&' ) BSQM)# \$- )  
BOPpb)0+ ) # \$) %?7%6&0/\$#" ) 6#0' /4) ; #"? ( ) 7"3+&' + )  
+%6#'#&- ) 0\$) 6' / :%7&0/\$) 9 ( ) # \$) # \$; 3" # ' )  
-0+&# \$7% ) /4) OR'H) 7/' ' % +6/\$-0\$; ) &/) # ) "0\$%# ' )  
+%6#'#&0/\$) /4) 0) @67) 0\$) /3' ) 7</+%)  
7/+ , /' / ; (K<sup>h</sup>) W<%) 40' +&) %?# , 6"%) /4) # , -#6' )  
5& , .-! 0&\* - ) [ #+ ) 4/3\$- ) 0\$) &<0+ ) 7' +%) 6#0' /4)  
; #"? ( ) 7"3+&' + ) a@3' ; 0#) %&) # "KH) TQMqv) +%) . 0; KMH)  
"%4&) 6#"\$%bK) W<%) -0+7/2% ( ) /4) &<0+ ) -/39%& ) <# ' /  
0+ ) %?&' # ' -0\$# ' ( ) ; 02%\$) &<%) ' # ' 0& ( ) /4) &<+%)  
' # -0' /+ /3' 7%+ ) 0\$; ) %\$%# ' # "H) # \$- ) &<#&) dA' # ( ) -#&# )  
a' ( ) \* #U%"0/3) f) ! / \$ , # \$) TQQSV) E/3' -0\$) f)  
@#GG/&#) TQQ^V) . 3:0&#) %&) # "KH) TQQ^b) +% , ) &/  
+3; ; %+&) &<#&) &<%) & [ / ) 7"3+&' + ) # ' ) +&0" ) 0\$) # )  
6' %A , %' ; %' ) +&#&K) B" +/H) &<%) 6/++09% )  
6' %+\$7% ) /4) # ) "#' ; %A+7#% ) -0443+%) ' # -0' /  
40# , %\$&# ' (A"0U%) +&' 37&3' ) 7/\$%\$7&0\$; )  
BOPP#BSQM) 0+ ) 9%0\$; ) 0\$2%+&0; #&- ) [ 0&< ) Z/4# ' )  
/9+%2#&0/\$+ ) a>/2/\$0) %&) # "KH) \*70%\$7%H)  
+39 , 0&&-bK)

1#'"0' ) /9+%2#&0/\$+ ) +</ [ ) # \$) %?7%++ ) /4) K&5&8!  
' 4.11.- \$) #9/2%) &<%) 9#7U; ' /3\$- ) "%2%" ) 0\$) &<%)  
0\$&' A7"3+&' ) ' ; 0/\$) a. 3:0&#) %&) # "KH) MPPrbK) I +0\$; )  
d@ ) -#&#H) \* #U%"0/3) f) ! / \$ , # \$) aTQQSB)  
/9&#0\$- ) 9%+&A40&0\$; ) , /- %+ ) [ 0&<0\$) &<%)  
7"3+&' + ) 0\$) &<%) 0\$&' A7"3+&' ) ' ; 0/\$K) W<%) ( )  
4/3\$- ) &<#&) \$%0&<' ) /4) &<%) & [ / ) 7"3+&' + )  
7/\$&#0\$+ ) # ) 7/' /0\$; ) 4" / [ H) # \$- ) &<#&) &<%) ( ) # ' )  
\$%# ' " ( ) 0+ /&<' , # "H) [ 0&< ) +/ , % ) + , # "A+7#% )  
0\$</ , / ; %\$%0&0%+ ) # \$- ) # \$) #+ ( , , %&' 07)  
9'0; <&\$%++ ) -0+&' 093&0/\$K) \*0\$7% ) &<%) dA' # ( )  
+&3-0%+ ) +</ [ ) &<#&) &<%) 0\$&' A7"3+&' ) , %-03 , )  
0\$) &<0+ ) 6#0' 0+ ) 7/ , 6' %++- ) 0\$) &<0+ ) 6' %A , %' ; 0\$; )  
6' /7%++ ) a\* #U%"0/3) f) ! / \$ , # \$) TQQSBH) [ % )  
%?6%7&) &<#&) &<%) 0\$7%'# + - ) 6' %++3' ) [ /3- )  
0\$7%'# + ) &<%) \* ) +0; \$#"K) BU#<' /0) f) j /+<0U# [ # )

<sup>m</sup>) C #) #++3 , % ) # ) %5J@) 7/+ , /' / ; ( ) [ 0&< ) X<sub>0</sub> k\N) U , ) +<sup>lm</sup>  
@67<sup>lm</sup> H) & , ) K) QKT\H) # \$- ) & ) % ) K) QK\OK) B& ) &<- ) -0+&# \$7% ) /4)  
BOPP) aGkQKQ\N^Qb) # \$- ) BSQM) aGkQKQ\ORRSb) Mmm)  
7/' ' % +6/\$- ) &/) MKOY) # \$- ) MKO^ ) U67H) ' % +6%7&02" ( K)

aTQQ^b)+&3-0%-)&<%) \$/\$A%e30"09'03, )+&#&%) /4)  
&<0+)+( +&%, ) [ 0&<) +0, 3"#&%-) -#&#) # \$- ) 4/3\$- )  
&<#&) &<%') , 0; <&) 9%) +0; \$0407#\$&) +</7U) "#(%'+ )  
#&)&<%)%- ; %)/4)&<%)0\$U%-)'%; 0/\$)9%& [ %%)&<%)  
7"3+&%'+)&<#&)7/3"-)6' / -37%)#)9//+&)0\$)&<%) \* \_ )  
+0; \$#"K) . 3'&<' , /'%H) \*3G#U3) /9+% '2#&0/\$+ )  
4/3\$- )&<#&) &<%) 0\$&% 'A7"3+&%') , %-03, ) <#+) #)  
'%"#&02%" (<0; <), %&#"070&() /4) OKT)+/'#') a. 3:0&#)  
%&) # "KH) TQQ^bK) W<+%%) [ /'U+) 6' %-07&%- ) #)  
40"#, %\$&#'( ) 9'0- ; % [ 0&< ) "%%7&' /\$) -%\$+0&() /4)  
\$%! MQ^S) 7, ^0) a\*#U%"0/3) f) ! /\$, # \$) TQQSV)  
. 3:0&#) %&) # "KH) TQQ^bK) \*3G#U3) /9+% '2#&0/\$+ )  
4/73+%- ) /\$) &<%) 6"#+, #) 0\$) &<%) 40"#, %\$&#'  
"/7#&%-) 9%& [ %%)&<%)& [ /)7"3+&%'+) aBU#, #&+3)  
%&) # "KH) TQM\bK) F\$) &<%) ' %; 0/\$) 9%& [ %%)&<%)  
7"3+&%'+)H)&<()4/3\$- )#)7"%#') %\$<#\$7%, %\$&)0\$)  
&<%) 6"#+, #) &%, 6%'#&3'%)4' / , ) U\_EW%! SU%]) &/ )  
! RKYU%]) #"+/ ) 0\$-07#&0\$; ) &<%) 6' %+%\$7%) /4) #)  
+</7U) 4' /\$&H) #) 40', ) 6' %-07&0/\$) /4) &<%)  
<0%'# '7<07#" ) +&'37&3'%) 4' / , #&0/\$H) &/; %&<%)'  
[ 0&< ) &<%) 6' %+%\$7%) /4) C XF@) 40"#, %\$&#'( )  
+&'37&3' %+K) BU#, #&+3) %&) # "K) aTQM\b) , / -%%- )  
&<%) 6"#+, #) 0\$) &<%) ' %; 0/\$) # \$- ) 6' %-07&%- ) #)  
5/ , 6&/\$0G#&0/\$)6#'# , %&%')/4)-kaMSKY±MKOb)" )  
MQ^R^K)

7/\$&/3'+)0\$)'0; <&)6#\$\$"bKW<%( )<#2%)# \$#" (G%- )  
&<%) 7"3+&%'+) +&'37&3'%) #+) [ %"" ) #+) &<0') +0G%)  
# \$- ) , / -%""-) a#++3, 0\$; ) +6<% '07#" ) + ( , , %&' ( )  
/4) &<%) ; #"?() 7"3+&%'+) b) &<%) +0; \$#" ) 6' /40"" )  
'% , /20\$; ) &<%) 7"3+&%'+) +0; \$#" ) 4' / , ) &<%) , #6)  
0&+%4K) W<0+ ) "%4&) #) '%+0-3#" ) +0; \$#" ) [ <07< ) [ #+ )  
0\$&% '6' %&%-) #+) #) </&) -0443+% ) 40"#, %\$&#'( )  
+&'37&3'%)9'0- ; 0\$; )&<%)& [ /)7"3+&%'+) /4) U\_EW%! \ )  
U%]) # \$- ) /4) \$%! OK\ "MQ^S) 7, ^0K) W<%) -%&%7&%- )  
+0; \$#" ) 0+ ) #&) &<%) "%2%" ) /4) -kMY "MQ^R) [ <07< )  
7/\$2%'&+)0\$&/)#)'%+0-3#" )/4)-kY "MQ^R)4' / , )&<%)  
40"#, %\$&)0&+%4)a+%)%. 0; K)T)4/' ) -%&#0'+bK)

83)9:' +; (+<' =>.>?>#"3\$>' \$@>-+:#73?+%?\$>?9:@#>+; (ABCD+  
?>+ >E'+ @-@' O+ FGHHIFA5; + JK3%>9:' + #7#K>' 7+ =: ?O+  
L9:)3#+ ' >+ #"( + 45; 5M+ ?N' : "#37+ ?\$+ >E'+ + 2L L + 21: #-+  
3O#)' (+03) E>.+2L L +O#K+?>FA5; #FGHH+% "9@' : +K#3: @+  
P>E>E' +! "#\$%&@3) \$#" %? \$>?9: @JQ" # %&M+?N' : K"?>>' 70 )  
W<%) O31-\*4) 7/'"#9/'#&0/\$) a! "#\$%& )  
7/'"#9/'#&0/\$H) TQMOb) <#+) ' %6/'&%- ) 2' \$2&2. ( ' !  
' ( , ' \$/' ) 4/' ) #) 40"#, %\$&#'( ) +&'37&3'%)  
9%& [ %%)&<%) 6#0') /4) 7"3+&%'+) a+%)%. 0; K) MH)

83)9:' + 4(+ , ?K.+ O#K+ ?> R?OK>?\$3D#>3? \$+ K#: #O' >' :+  
J-"; 5^M+ # @+ O' # @9:' 7+Q-+! "#\$%&+?N' : +>E' +%"9@' : +K#3: @+  
FA5; #FGHH(+ />?>?O.+ + "?"\$) >973\$#"+K: ?=3' +J>?K+K#>: >M+  
#\$7+ : ' @379#"+ JQ?>>?O+ K#>: >M+ #>: : + @9Q>: # %>3\$) + >E' +  
O?7' " ' 7+ %? \$>: 3Q9>3? \$+ =: ?O+ >E' + % "9@' : @+ JK3%>9:' +  
#7#K>' 7+ =: ?O+! "#\$%&+%?""#Q?: #>3? \$+ 45; GM(+ )

W<%) ! "#\$%&) 7/'"#9/'#&0/\$) # ' ; 3%- ) &<#&) +0\$7%)  
&<%) 7"3+&%'+) # ' %) #&) + "0; <&" ( ) -044% ' %\$&) ' % - + <04&+ )  
aGkQKQ\ M^Q) # \$- ) GkQKQ\ ORRSbH) &<%) ( # ' %) \$ /&) /\$ )  
&<%) + # , % ) 6"# \$%) /4) &<%) + U ( ) # \$- ) &<0') &' 3%)  
+%6#'#&0/\$) 0+ ) "#' ; %') &<# \$) ! 0@>67K)  
5/\$+ %e3%\$& ( ) &<%) ( ) 7/\$7"3- ) - ) &<#&) #&) "%# + & )  
6# '& /4) &<%) 0\$&' ) 7"3+&%'+) +0; \$#" ) 7/' ' % + 6 / \$ - + ) &/ )  
9# ' ( / \$ + ) / 3&+0- ) &<%) 7"3+&%'+) &<%, + % "2%+K)  
C %2% ' &<%"%+H) &<%) ! "#\$%&) 7/'"#9/'#&0/\$) )  
aTQMOb) [ # ' \$%- ) &<#&) - % + 60&%) &<%) %20- % \$7%) 4/' )

#); #+)6' %+\$&0\$)&<%)0\$&'A7"3+&%' )'%; 0/\$H)/\$%)  
+</3"-)' #0+%)&<%)e3%+&0/\$)#9/3&&<%) /'0; 0\$)/4)  
+37<); #+K)F\$)#6/+&), %'; %') +7%\$#0/0)a-%+60&%)  
\$/&) 9%0\$; ) 4#2/'%-) 9() % #'0%') /9+% '2#&0/\$+bH)  
&<%) 0\$&'A7"3+&%' )+0; \$#" 7/3"-) 9%) :3+&) &<%)  
'%+3"&) /4) &<%) /2%' "660\$; ) &#0'+) /4) &<%)  
-0+&3' 9%-)7"3+&%' +K)B"+/H)&<%) (-0-)\$/&)%?7"3-%)  
&<%) 6/++090&() &<#&) &<+%%) 7"3+&%' +) 7/3"-) 9%)  
%"/\$; #&-%) -3%) &/) &<%0') ; ' #20&#&0/\$#" )  
0\$&' #7&0/\$H) /') &<#&) #) 9'0-; %)/4), #&&' ) , #()<  
<#2%) 4/' , %-) 9%&[ %%)\$)&<%) 7"3+&%' +) #4&%' )#\$)  
0\$&' #7&0/\$K))

8\$)&<%) /&<%' )<#\$-H)04)7/\$40' , %-H)&<0+), /-%"A  
-%6%\$-%\$&) -%&%7&0/\$) [ /3"-) ' %6' %+\$& ) \$)  
0, 6/' &#& ) , 0"%+&/\$%) 0\$) &<%) 7/ , 6' %<%\$+0/\$)  
/4)"#'; %)+7%"%)+&' 37&3' %+)#-\$)&<%0')4/' , #&0/\$K)  
W<%) \*.4.2! -3! 031- \*4) /9+% '2#&0/\$+) 0+) 7"%#'"()<  
7/\$\$%7&-%)&/)&<%)>--5!&\$8#\*&5!5' 1-\*#2.-\$)/4)  
&<%) /9+% '2#&0/\$+) aY') 4' / , ) <0; <) 4' %e3%\$7()<  
7<#\$\$\$"+b) #+) &<+%%) 40'#, %\$&+) +</3"-) <#2%)  
+ , #""%'A+7#"%)+&' 37&3' %+)a+%%)\$%?&)+%7&0/\$bK)F\$)  
4#7&H) /\$"() , /'6<"/"; 07#" ) +&3-0%+) <#2%) &<%)  
6/[ %') &/) 3\$# , 90; 3/3+"() -0+&0\$; 30+<) 6' %A  
, %'; %') 4' / , ) 6/+&A, %'; %') +7%\$#0/0+) 9()<  
'%+/"20\$; ) &<%) ; #+) -0+&'093&0/\$) 9%&[ %%)\$)&<%)  
7"3+&%' +) 6#0')#\$-)6/++09"() <XF@)40'#, %\$&#'( )<  
+&' 37&3' %+K) W<0+) 7#"+" 4/' ) 0.80! &\$8#\*&5!  
5' 1-\*#2.-\$! " ) ) , %#+3' % , %\$&+) /4) &<%) ; #+)<  
9%&[ %%)\$)&<%)&[ /) 7"3+&%' +) /4) ; #""#?0%+) [ <07<)<  
7/3"-) "%#- ) &/) &<%) 3.512! , .5' /2! ' (., ' \$/' ) -3!  
3.\*&4' \$2&5! 125#/2#5' 1) 9%&[ %%)\$) 7"3+&%' +) /4)<  
; #""#?0%+)4/' , 0\$; )&<%) +/A7#"%-)7/+ , 07) [ %9K)<

)

L61' 5(.\$8!20' !/-14./!7' 6!

F\$) &<0+) [ <0&%) 6#6%'H) [ %) +366/'&) &<%)<  
6/++090&() /4)3+0\$; )YQ#MQQ, )7"#++)&%"%+7/6%+)<  
[ 0&<), , , ) 7#, %' #+) &/) /9+% '2%) +36%' 7"3+&%' +)<  
/4) ; #""#?0%+) #\$-) ; #""#?() 7"3+&%' ) 6#0'+) "0U%)<  
BSQM#BOPP)0\$)/' -%')&/) 4>+20' !.\$2' 5@/\*#12' 5!  
5' 8.-\$) 9%&[ %%)\$) 7"3+&%' +) [ 0&<)! MQ'') # \$; 3' #')<  
'%+/"3&0/\$K))

F\$) /' -%') &/) /9&#0\$) #) 40' , ) 6' %-07&0/\$) /4) &<%)

%?6%7&-%) +0; \$#" ) #&) MQ'') # \$; 3' #') ' %+/"3&0/\$H)<  
/\$%) 7#\$) &#U%) #-2#\$&#; %)/4) 7/+, /"/; 07#" )<  
\$3, %'07#" ) +0, 3"#&0/\$+K) <%) #-/6&-%) #) <0; <)<  
'%+/"3&0/\$) D&8\$' 2-0%, 5-, %\$&4./&\*) a@XJb)<  
+0, 3"#&0/\$) /4) #) , %'; 0\$; ) 6#0') /4) ; #""#?()<  
7"3+&%' +H) /9&#0\$%-) #+) 0\$) ] #GG#) %&) #")K) aTQM^bH)<  
3+0\$; ) &<%) 7/+, /"/; 07#" ) #-#6&02%) , %+<)<  
'%40\$%, %\$&)1C\_8)7/-)aE' (#\$)%&#")K)TQMSbK)

)

)

83)9:' + G(+ 13O9"#>' 7+ K"#@O#+ @3)\$#>9:' + P3>E3\$+ #+<  
FA5; \$FGHHI"3&' +%?OK"' T(+ E' +@3)\$#"3@+3\$+9\$3>@+?=>E' +<  
R?OK>?\$3D#>3? \$+K#: #O'>' :+>+:' #E3\$)+%; (6& 5<sup>1A</sup>+3\$>E' +<  
%"9@>: @+ %' \$>: @(+ , ?K.+ O#K+ ?=> R?OK>?\$3D#>3? \$+<  
K#: #O'>' :+@O??>E' 7+ #>+>E' +! "#\$%&+: ' @?"9>3? \$+ ?=> 6U(+<  
/?>>?O.+@#O' +O#K+?=>E' +1V@3)\$#"#>+>E' +: ' @?"9>3? \$+ ?=><  
%; 5U(+, E' +KE-@3%#"+@%#"' +?=>+ ' #E+K# \$' "+@37' +@W(6L K%(+<  
<%) # \$#" (G%-) &<%) 7#&#"/; ) /4) 7"3+&%' +) /4) #)<  
+0, 3"#&-%)9/?)/4)aMYQ)@67b<sup>0</sup>) [ 0&<#) 3\$04/' , )

'%+/"3&0/\$)/4)MY)U67)7/'%'6/\$-0\$;)&/)MM')0\$)  
&<%) +U(H) +%#'7<0\$; ) 4/' ) 7"/+%) 6#0'+) /4) ; #'#?( )  
7"3+&%' +) "%#-0\$; ) &/) #) +0, 0#' ) 7/\$40; 3' #&0/\$) #+ )  
BOPP#BSQM) C%) 4/3\$- ) #& ) "%# +& ) & [ / ) 7#+%+ ) 0\$ )  
[ <07< ) &<%) 6' / : %7&%- ) 7/\$40; 3' #&0/\$) 0+ )  
7/ , 6#&09%" ) [ 0< ) BOPP#BSQM) [ 0<&0\$ ) &<%)  
+0, 3" #&%- ) 2/"3, %K) C%) &<%) 6' / - 37%- )  
4/' %7#+&+ ) /4 ) \* \_ ) +0; \$#" ) #+ ) +< / [ \$ ) 0\$ ) . 0; ) K) K)

F\$) . 0; ) K) O) [ % ) 7/ , 6#%' ) &<%) \* \_ ) +0; \$#" ) %' #&%- ) &/ )  
&<%) 7#+%+ ) /4 ) # ) 6' %A, %' ; 0\$; ) 6<# +%) 9%& [ %%\$ ) &<%)  
& [ / ) 7"3+&%' +) /9+%' 2%- ) [ 0< ) # \$ ) # \$; 3" #' ) %' + / A  
"3&0/\$) /4 ) Y' ) a&/6b) # \$ - ) /4 ) MQ' ) a9/ &&/ , bK) E ( )  
7/ , 6# ' 0\$; ) &<%) & [ / H) [ % ) <#2%) ; / - - ) %' #+ / \$ ) &/ )  
9%" 0%2%) &<#& ) &<%) #7&3#') 40# , %\$&#') ( ) +&' 37&3' % )  
[ /3'- ) \$ / & ) 9% ) /9+%' 2%- ) #& ) ! "#\$%&' +) " / [ ] # \$; 3A  
" #' ) %' + / "3&0/\$) 93& ) [ /3'- ) 9% ) #77%+ +09% ) &/ ) &<%)  
<0; < ) %' + / "3&0/\$) /4 ) # ) 7# , %' # ) "0U%) @ I \*WBC>T )  
#& ) &<%) >' %%\$ ) E# \$ U) W%" % +7/6%) aJ07U%' H) %& ) #"KH)  
TQMSbK) F& ) 0+ ) 0\$ ) 4#7& ) 7" #') &<#& ) &<%) 6/ /' ) # \$; 3" #' )  
' %' + / "3&0/\$) /4 ) ! "#\$%& ) - / + ) \$ / & ) 3\$ # , 90; 3/3+ ) ( )  
%?7"3- ) &<%) 6/ + +090"0& ( ) &<#& ) &<%) 7/\$ \$ \$7&0\$; )  
+&' 37&3' % ) 0+ ) \$ / & ) - 3%) &/ ) &<%) 7"3+&%' + ) /3&+U0' +&H )  
/' ) &<#& ) 0& ) 0+ ) &<%) %' +3& ) /4 ) 6/ +&A, %' ; 0\$; ) 6<%A  
\$ / , %\$ #K) X ( -' / - ( \$ # , 07#") +0, 3" #&0/\$+ ) 6' % - 07& )  
&<#& ) &<%) 40# , %\$&#') ( ) +&' 37&3' % ) +</3'- ) 9%) 6' %A  
+ %\$& ) # \$ - ) +</3'- ) 9%) +&' 37&3' % - ) %\$ /3; < ) &/ )  
+< / [ ] /2%' - %\$ +0&0%+ ) 36 ) &/ ) - k \ " MQ<sup>AR</sup>) a3' ( +0\$ ) &<%)  
9/ &&/ , ) 6# \$ % ) /4 ) . 0; ) K) O) [ % ) <#2% ) [ 0<&0\$ ) &<%) 40'A  
# , %\$&#') ( ) +&' 37&3' % ) H) # ) +&' 37&3' % - ) +0; \$#" ) 9% A  
& [ %%\$ ) - ! QKP' MQ<sup>AY</sup>) &/ ) - ! MKR' MQ<sup>AY</sup>b) 7/\$ +0& \$& )  
[ 0< ) &<#& ) , / - %" % - ) 9 ( ) ! "#\$%&K) . 3' &<' , /' %H )  
%# ' "0%' ) 7/ + , /' / ; 07#") +0, 3" #&0/\$+ ) +3; ; %+& ) &<#& )  
&<%) - %\$ +0& ( ) 6% ' 6% \$ - 073" #' ) &/ ) &<%) 7/ " "0+0/\$) #?0+ )  
[ /3'- ) <#2% ) # \$ ) %?6/\$ \$ \$&0#") 6' / 40% ) a' ( ) (H) J / " # ; )  
%& ) #"KH) TQQRbK)

B\$) 0-#%" ) /9+%' 2#&0/\$) /4 ) &<%) BSQM#BOPP )  
7"3+&%' ) 6#0' ) [ /3'- ) 0\$7"3- ) # ) , #6/4 ) # ) ! I G+ " !  
MG+ , - 7\$!2-!&1' \$1.2. (.2% ! -3!5! HG<sup>dh</sup>) K) W<0+ ) , # ( )  
' % +3& ) 0\$ ) # \$ ) /3&A/4A' % #7< ) ' %e3%+& ) 4/' ) , /+& )  
73' ' %\$& ) +&#&A/4A<%A#') 4#70"0&0%+ ) #"&</3; < ) 0& )  
 , # ( ) 9%) 7/\$ +0- %' % - ) #+ ) "#' ; % ) \*' 8&/! >5- N' /2 )  
[ 0< ) &<%) # - - 0&0/\$#" ) 6' /9% , ) /4 ) %&' 0%20\$; ) &<%)  
" #' ; % ) # \$; 3" #' ) +7#"%+ ) 0\$ ) , /+ #07U0\$; ) &<%)

6/0\$&0\$; +K) C%2%' &<%"+H) #) &#'; %&%- )  
/9+%' 2#&0/\$)/2%' ) &(607#') Y' ) Y' ) %' ; 0/\$+ ) - / [ \$ )  
&/ ) &<%) +# , % ) +% \$ +0&020& ( [ /3'- ) ; 02% ) 3\$0e3% )  
0\$4/' , #&0/\$) #9/3& ) &<%) 6' % + %\$7% ) /4 )  
40# , %\$&#') ( ) +&' 37&3' % + ) 9%& [ %%\$ ) ; #'#?( )  
7"3+&%' +K) W<0+ ) [ /3'- ) , #U%) 3+%) /4 ) &<%) 73' ' %\$& )  
+&#&A/4A<%A#') &<0; < ) %' + / "3&0/\$) , , ) 7# , %' #+ )  
"0U%) @ I \*WBC>T ) #& ) >EW) aJ07U%' H) %& ) #"KH) TQMSb )  
/' ) Cfi BT) #& ) F=B@) a5#2/ ) %& ) #"KH) TQMRb )  
7<# ' #7&%' 0G%- ) 9 ( ) 40% - ) /4 ) 20% [ + ) /4 ) &<%) /' - %' )  
/4 ) ! Y' ) -0# , %&%' ) therefore providing a high-  
pass filtered view of the large-scale SZ  
after atmospheric removal.) C%2%' &<%"+H)  
[ % ) +</3'- ) +&' %++ ) &<#& ) "#' ; %' ) 7# , %' #+ ) #' % )  
73' ' %\$& ) ( ) 9%0\$; ) 930" & ) a+%) % ; KH) \_<3H) %& ) #"K )  
TQM^b) # \$ - ) [ /' U) 7# \$ ) 9% ) - / \$ % ) 0\$ ) /' - %' ) &/ )  
7/36%" ) &<%, ) [ 0< ) YQ, AMQQ, ) 7" #++ )  
&%" % +7/6%+ ) #9% ) &/ ) 9% ) 3+%- ) 36 ) &/ , , )  
[ #2%" % \$; &<+ ) "0U%) E5' ' \$! O&\$P! : ' \*' 1/->' ) /' )  
&<%) " &5, \$.&! Q& , .-! : ' \*' 1/->' ) aE/ " "H) %& ) #"KH)  
TQMYbK) F\$ ) 4#7&H) 6' /90\$; ) +37< ) "#' ; % ) +&' 37&3' % + )  
[ /3'- ) %' #"" ( ) 9% \$ %40& ) 4' / , ) 9/ &< ) <0; < ) # \$; 3" #' )  
' %' + / "3&0/\$) # \$ - ) &<%) #90"0& ( ) &/ ) %' 7/2% ) " #' ; % )  
+6#&0#") +7#"%+ ) a&% \$ + ) /4 ) # ' 7 , 0\$ 3&+bK) W<%+%) [ 0" )  
6' / ; %' ++02% ) ( ) 9% ) #77%+ +09% ) &/ ) 6/ + +09% )  
36; ' # - %+ ) 4/' ) &<%) >EW) a&K; K) #) MTAMY' ) 40% - ) /4 )  
20% [ ] @ I \*WBC>0 ) 0\$+&' 3 , %\$& ) / \$ ) &<%) >EWH )  
W/ "W15<sup>T</sup> ) /' ) # ) C A9# \$ - ) 9/ /' , %&' 07' %7%02% ) 4/' )  
&<%) \* = W<sup>0</sup>b) # \$ - ) \$ % ? & ) ; % \$ % ' #&0/\$) "#' ; % ) #6% ' &3' % )  
4#70"0&0%+ ) [ 0< ) n) M) - % ; ) 40% - + ) /4 ) 20% [ ] a+%) % ) K; K)  
Z\*WH) i # [ #9%H) = (H) %& ) #"KH) TQMRV) ) B&ZB\*W<sup>S</sup>) 5@EA  
0\$AXJ<sup>V</sup>) # \$ - ) 5\* \*W<sup>R</sup>bK)

C #0&0\$; ) 4/' ) &<%) \$ % ? & ) ; % \$ % ' #&0/\$) "#' ; % ) #6% ' A  
&3' % ) 4#70"0&0%+ ) &/ ) 9% ) /6% ' #&0\$; H) [ % ) +366/' & ) &<%)  
6/ + +090"0& ( ) /4 ) : /0\$& ) # \$ # " ( +0+ ) [ 0< ) - 044% % \$& ) 0\$A  
+&' 3 , %\$&+ ) "0U%) @ I \*WBC>AT) # \$ - ) ; , ( ; ? : ) aJ%)  
E% ' \$ # ' - 0+ ) %& ) #"KH) TQMRV) X% \$ - %' + / \$ ) %& ) #"KH)  
TQMRbK++  
+

T>E>K.XX>?'>' % (#&: ? (9O#&@(' 79X#Q?9>(KEK)

Q>E>K@.XX#') '\$7#(3\$=\$3>X' N' \$>X; Y; S4X>3O' >#Q"" X)

S>E>K.XX#7@#Q@ (E#:N#:7(' 79X#Q@X45; Y#'#@(%?\$=Z(((G/)

V>E>K@.XXPPP(@3O?\$@=?9\$7#>3?\$(?) X' N' \$>X>E' 1%OQI3\$I  
E71>E' 1?' P1\$?3@ IE3) EI: ' @?'9>3? \$1=: ?\$>3' :X)

R>E>K.XX#7@#Q@ (E#:N#:7(' 79X#Q@X45; Y#'#@(%?\$=Z((ASB+

Q' 3' 5' \$/' 1!

BU#</'(H)W)f)j /+<0U#[ #H)i H)TQQ^H)! B\*oH)RQH)S)  
BU#, #&+3H)XKH)TQM\H)BfBH)RQRH)BMH)^)  
E#&&0+&%""(H)1K\*KH)%&)"KH)TQQRH)B6o)RSYH)^TR)  
E"%%, H)ZK1KH)%&)"KH)TQMYH)B6o\*H)TMRH)TH)T\  
E/"(H)! KH)%&)"KH)TQMYH)oFC\*WH)SH)OH)MYQQQ^)  
E/3'-0\$H)XKH)%&)"KH)TQQ^H)BfBH)S\PH)OQ\  
E'(#\$H)>KH)%&)"KH)TQMSH)B6o\*H)TMMH)T)  
5#"2/H)@KH)%&)"H)TQMRH)oZW! H)M^SH)OH)^MR)  
5#"'+&' /, H)oK)%&)"KH)TQQTH)B=BBH)SQH)RSOAR^Q)  
5%\$H)=KH)f)8+&'0U%'H)oK)! K)MPPPH)B6oH)YMSH)M)  
J#2gH)=KH)%&)"K)TQQMH)B6oH)YYTH)TH)S\OAS^O)  
J%)E%'\$#'-0+H). KH)%&)"KH)TQMRH)\*! F1H)PPMQMS)  
J07U%'H)\*KH)%&)"KH)TQMSH)oZW! )M\RH)^Q^)  
J/"#; H)i KH)TQQR)@C=B\*H)O\QHTH)RYRAR\T)  
. 3:0&#H)j KH)%&)"KH)MPPRH)! B\*oH)S^H)MPM)  
. 3:0&#H)j KH)%&)"KH)TQQ^H)! B\*oH)RQH)OSO)  
. 3U3; 0&#H)@KH)%&)"KH)MPP^H)B6oH)YQOH)YM^)  
X#++%"40%"-H)@KH)%&)"KH)TQMOH)o5B! H)Q\H)^)  
X%\$-%'+/\$H)\*K<KH)%&)"KH)TQMRH)oZW! H)M^SH)\T)  
i#[ #9%H)=KH)%&)"KH)TQMR)! '/7K)\*! F1H)PPQTR)  
@3'; 0#H)@K)%&)"KH)TQMQH)BfB)YQPH)B^R)  
C07#+&' /H). KH)%&)"KH)TQM^H)C#&3'%H)YY^H)SQR)  
!"#\$%&)7/"#9/'#&0/\$H)TQMOH)BfB)YYQH)BMOS)  
!"#\$%&)7/"#9/'#&0/\$H)TQMYH)BfBH)Y^MH)BMS)  
!"#\$%&)7/"#9/'#&0/\$H)TQM^H)#' d02DM^Q\KQRTQP)  
=#37<H)@K)%&)"K)MPP\H)B6oH)S^PH)\)  
\*#U%""0/3H)FKH)%&)"KH)TQQSH)@C=B\*H)OYM)  
\*#'#G0\$H)5KZKH)MP^R)=%2K)@/-K)! <(+K)Y^)  
\*3\$(#%2H=KBK)f)\_%''-/207<Hj #KEK)MP\TH)5B\*!)S)  
W#\$0, 3'#)%&)"KH)TQM\H)#' d02M^QYQSYYY)  
J%); '#44)%&)"KH)TQM\H)#' d02M\QPMQO\^)  
]#GG#H). K)%&)"KH)TQMSH)@C=B\*)SSYH)SH)O\QRAO))  
\_<3H)CKH)%&)"KH)TQM^H)! '/7K)\*! F1)MQ\Q^)